

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: Katsuyuki UCHIDA et al. Serial No.: Currently unknown Filing Date: Concurrently herewith For: NOISE FILTER	
--	--

**TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENTS**

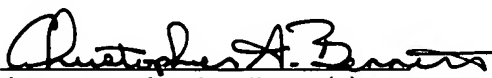
Mail Stop PATENT APPLICATION  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of each of Japanese Patent Application Nos. **2003-004888** filed **January 10, 2003** and **2003-091611** filed **March 28, 2003**, from which priority is claimed under 35 U.S.C. 119 and Rule 55b. Acknowledgement of the priority document is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

Date: December 4, 2003

  
Attorneys for Applicant(s)  
Joseph R. Keating  
Registration No. 37,368

Christopher A. Bennett  
Registration No. 46,710

KEATING & BENNETT LLP  
10400 Eaton Place, Suite 312  
Fairfax, VA 22030  
Telephone: (703) 385-5200

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日                      2003年 3月28日  
Date of Application:

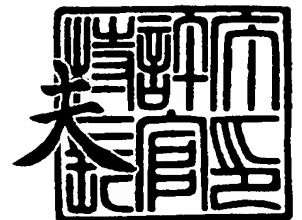
出願番号                      特願2003-091611  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [JP 2003-091611]

出願人                      株式会社村田製作所  
Applicant(s):

2003年10月21日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 33-0019P

【提出日】 平成15年 3月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01F 17/00

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田製作所内

【氏名】 内田 勝之

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田製作所内

【氏名】 山本 秀俊

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田製作所内

【氏名】 児玉 高志

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田製作所内

【氏名】 竹中 一彦

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田製作所内

【氏名】 大槻 健彦

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代表者】 村田 泰隆

**【先の出願に基づく優先権主張】****【出願番号】** 特願2003- 4888**【出願日】** 平成15年 1月10日**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 005304**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ノイズフィルタ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 層状の磁性体にて積層体が形成され、前記積層された磁性体層の最上層と最下層とに接地導体が形成され、前記各磁性体層間に線路導体と接地導体とがそれぞれ交互に形成され、前記各磁性体層間に形成された前記各線路導体は直列接続されており、

前記磁性体層は酸化物磁性体で構成され、磁性損失 ( $\mu''$ ) が発現する周波数より低い周波数範囲では電気信号を減衰させず、磁性損失 ( $\mu''$ ) が発現する周波数範囲では電気信号を減衰させることを特徴とするノイズフィルタ。

【請求項 2】 前記酸化物磁性体は、磁性損失 ( $\mu''$ ) が 1 を超える周波数が 80 MHz 以上であることを特徴とする請求項 1 記載のノイズフィルタ。

【請求項 3】 層状の磁性体にて積層体が形成され、前記積層された磁性体層の最上層と最下層とに接地導体が形成され、前記各磁性体層間に線路導体と接地導体とがそれぞれ交互に形成され、前記各磁性体層間に形成された前記各線路導体の一端側は互いに異なる信号入力用電極に接続され、前記各線路導体の他端側は互いに異なる信号出力用電極に接続され、

前記磁性体層は酸化物磁性材料で構成され、磁性損失 ( $\mu''$ ) が 1 を超える周波数が 80 MHz 以上であり、

磁性損失 ( $\mu''$ ) が発現する周波数より低い周波数範囲では電気信号を減衰させず、磁性損失 ( $\mu''$ ) が発現する周波数範囲では電気信号を減衰させることを特徴とするノイズフィルタ。

【請求項 4】 前記線路導体はミアンダ状であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のノイズフィルタ。

【請求項 5】 前記線路導体はうずまき状であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のノイズフィルタ。

【請求項 6】 前記線路導体は、前記積層された磁性体層間に形成されており、磁性体層の積層方向を中心軸としたコイル状であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のノイズフィルタ。

【請求項 7】 前記各磁性体層間に形成された前記各線路導体は互いに異なる特性インピーダンスを有することを特徴とする請求項 3 ～ 6 のいずれかに記載のノイズフィルタ。

【請求項 8】 前記磁性体層間に誘電体層が介在されることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のノイズフィルタ。

【請求項 9】 前記接地導体が挟みこむように形成された誘電体層と、前記線路導体が挟みこむように形成された磁性体層とからなることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のノイズフィルタ。

【請求項 1 0】 磁性体と、前記磁性体の主面上に間隔を置いて並設された 2 以上の線路導体とを備えており、

前記磁性体は酸化物磁性材料で構成され、磁性損失 ( $\mu''$ ) が 1 を超える周波数が 8 0 M H z 以上であり、

磁性損失 ( $\mu''$ ) が発現する周波数より低い周波数範囲では電気信号を減衰させず、磁性損失 ( $\mu''$ ) が発現する周波数範囲では電気信号を減衰させることを特徴とするノイズフィルタ。

【請求項 1 1】 磁性体と、前記磁性体の主面上に前記磁性体を挟むように対向して形成された少なくとも 1 対の線路導体とを備えており、

前記磁性体は酸化物磁性材料で構成され、磁性損失 ( $\mu''$ ) が 1 を超える周波数が 8 0 M H z 以上であり、

磁性損失 ( $\mu''$ ) が発現する周波数より低い周波数範囲では電気信号を減衰させず、磁性損失 ( $\mu''$ ) が発現する周波数範囲では電気信号を減衰させることを特徴とするノイズフィルタ。

【請求項 1 2】 前記磁性体として、該磁性体に空孔が形成され、前記空孔内にガラス、樹脂、またはガラスと樹脂の複合材料のいずれかが充填されているものを用いたことを特徴とする請求項 1 ～ 1 1 のいずれかに記載のノイズフィルタ。

【請求項 1 3】  
前記酸化物磁性体が N i - C u - Z n フェライトであることを特徴とする請求項 1 ～ 1 2 のいずれかに記載のノイズフィルタ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、電磁雑音障害を抑制するのに好適なノイズフィルタに関し、更に詳しくは、高域側の周波数成分を吸収することで減衰させることができるノイズフィルタに関する。

**【0002】****【従来の技術】**

ノイズフィルタとして、例えば図26に示すようなものが従来知られている。

**【0003】**

このノイズフィルタ100は、金属線101と、金属線101の両端に電氣的接続された電極部102と、外装部103とを備えている。電極部102は外装部103で被覆されている。外装部103は焼結フェライト粉末にした粉末磁性体に樹脂を混合した樹脂フェライトからなる。焼結フェライトは、 $\{(\mu' - j(\mu''))\}$ で表される複素透磁率における磁性損失 $(\mu'')$ の周波数限界線に非制限されたものである。

**【0004】**

このノイズフィルタ100は、1GHzを越える数GHz程度の周波数に対してもノイズ除去の可能な範囲が有効であり、高周波数域でも減衰量を向上することができるとしている。（特許文献1参照）。

**【0005】**

また、他のノイズフィルタとして、例えば図27に示すようなものが従来知られている。

**【0006】**

このノイズフィルタ110は、円筒状外部導体としての金属円筒111の中心を貫通するように内部導体112を同軸状に配置し、Si-Fe系磁性体粉末を主成分とする複合磁性体114を金属円筒111と内部導体112との間に配設したものである。

**【0007】**

複合磁性体 114 の主成分である Si-F e 系磁性体粉末としては、複素比透磁率 ( $\mu r' - j \mu r''$ ) 及び複素比誘電率 ( $\epsilon r' - j \epsilon r''$ ) 鱗片状の Si-F e 系合金を用いている。

#### 【0008】

ノイズフィルタ 110 は基本的に分布定数回路であるので、GHz 帯において集中定数回路構成であるノイズフィルタのような共振現象による挿入減衰特性の劣化を起こさない。また、Si-F e 系磁性体粉末を主成分とする複合磁性体 114 は、 $\mu r'$  を高い周波数まで保持させることができる。それに伴い、 $\mu r''$  の山なりの現象も高周波化でき、結果として MHz 帯から GHz 帯における挿入減衰特性を良好にできるとしている。(特許文献 2 参照)。

#### 【0009】

さらに、他のノイズフィルタとして、例えば図 28 に示すようなものが従来知られている。

#### 【0010】

このノイズフィルタ 120 は、高周波領域の高周波成分を確実に吸収できるローパスフィルタである。その構成は、アース用電極 121 と、信号線用電極 122 と、絶縁基体 123 とからなる。アース用電極 121 と、信号線用電極 122 とは、絶縁基体 123 にそれぞれ設けられているものである。絶縁基体 123 は、強磁性金属粉と絶縁樹脂とを混合した複合部材からなる。

#### 【0011】

この絶縁基体 123 の吸収作用によって、信号電極を通る周波数信号に含まれる高周波領域の不要な高周波成分を確実に吸収するとしている。(特許文献 3 参照)。

#### 【0012】

##### 【特許文献 1】

特開 2000-91125 号公報 (第 1 図)

##### 【特許文献 2】

特開平 11-273924 号公報 (第 1 図)

##### 【特許文献 3】



特開平 8-78218 号公報 (第 1 図)

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のノイズフィルタ 100 においては、以下のような問題点があった。

【0014】

ノイズフィルタ 100 は、金属線 101 の周囲に磁性体からなる外装部 103 が形成されていることにより、導体に透磁率に応じたインダクタンスが発生しインピーダンス素子として働くものである。基板配線などの伝送線路にノイズフィルタ 100 を直列に挿入することによってインピーダンスミスマッチが生じ、ノイズを反射させて抑制するものである。このノイズフィルタ 100 のインピーダンスには、外装部 103 を構成する磁性体の複素透磁率  $\{(\mu') - j(\mu'')\}$  が寄与しているため、磁性損失  $(\mu'')$  が発現しない周波数帯においてもノイズ抑制効果が出てしまう。すなわち、挿入損失特性が低周波から生じてしまうため、低域通過特性が低下するという問題点があった。

【0015】

また、ノイズフィルタ 110 およびノイズフィルタ 120 においては、以下のような問題点があった。

【0016】

これらのノイズフィルタ 110、120 は、複合磁性体 114 または絶縁基体 123 を構成する磁性材料として、磁性体粉を用いたものである。したがって、磁性損失  $(\mu'')$  の急峻な増加が生じず、挿入損失特性も急峻には立ち上がらず、一定の周波数以上で大きな減衰を得ることは困難であるという問題点があった。

【0017】

本発明は、上記問題点を解決するものであり、良好な低域通過特性を得ることができるノイズフィルタを提供することを目的とする。

【0018】

また、本発明は、急峻に立ち上がる挿入損失特性を有し、一定の周波数以上で

大きな減衰を得ることができるノイズフィルタを提供することを目的とする。

#### 【0019】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明のノイズフィルタの主たる要旨は、層状の磁性体にて積層体が形成され、積層された磁性体層の最上層と最下層とに接地導体が形成され、各磁性体層間に線路導体と接地導体とがそれぞれ交互に形成され、

磁性体層は酸化物磁性体で構成され、磁性損失 ( $\mu''$ ) が発現する周波数より低い周波数範囲では電気信号を減衰させず、磁性損失 ( $\mu''$ ) が発現する周波数範囲では電気信号を減衰させることを特徴とする。

#### 【0020】

このノイズフィルタによれば、磁性損失 ( $\mu''$ ) が急峻に立ち上がり、磁性損失 ( $\mu''$ ) が立ち上がる周波数以上で大きな減衰を得ることができる。また、磁性損失 ( $\mu''$ ) が発現する周波数より低い周波数範囲では電気信号を減衰させず、磁性損失 ( $\mu''$ ) が発現する周波数範囲では電気信号を減衰させることから、良好な低域通過特性を得ることができる。

#### 【0021】

本発明のノイズフィルタの実施形態としては以下のようなものがある。

#### 【0022】

第1の実施形態のノイズフィルタは、層状の磁性体にて積層体が形成され、前記積層された磁性体層の最上層と最下層とに接地導体が形成され、前記各磁性体層間に前記線路導体と接地導体とが交互に形成され、前記各磁性体層間に形成された前記各線路導体は直列接続されており、前記磁性体層は酸化物磁性材料で構成され、磁性損失 ( $\mu''$ ) が1を超える周波数が80MHz以上であり、磁性損失 ( $\mu''$ ) が発現する周波数より低い周波数範囲では電気信号を減衰させず、磁性損失 ( $\mu''$ ) が発現する周波数範囲では電気信号を減衰させることを特徴とするものである。

#### 【0023】

第1の実施形態のノイズフィルタによれば、積層された磁性体層の最上層と最

下層とに接地導体を形成し、各磁性体層間に線路導体と接地導体とを交互に形成したことで、各層の線路導体をそれぞれ磁性体層間に配置できるとともに、接地導体によって各層の線路導体をその全長にわたって覆うことができる。このため、各層の線路導体を通過する信号を接地導体間に閉じ込めることができ、通過帯域での信号の減衰を防止できる。また、重なり合う複数の磁性体層の最上層と最下層とに接地導体を配置したことで、外部から線路導体中にノイズが混入することを防ぐことができ、信号を確実に伝達することができる。さらに、全ての線路導体の幅寸法をほぼ等しい値に設定するとともに、全ての磁性体層の厚さ寸法をほぼ等しい値に設定した場合には、各層の線路導体に対する特性インピーダンスを相互にほぼ一致させることができる。このため、相互に直列接続された線路導体の全体にわたって特性インピーダンスをほぼ一定値に設定できるから、線路導体の途中でノイズに反射が生じることがなく、ノイズの共振を抑制することができ、外部の回路とのインピーダンス整合を容易に取ることができる。加えて、各磁性体層間に介在している各線路導体が直列接続されていることで、伝送線路の全長を長くすることができ、線路導体を通過するノイズの減衰量を増加させることができる。

#### 【 0 0 2 4 】

なお、第 1 の実施形態において、前記線路導体はミアンダ状のもの、うずまき状のものがある。また、前記線路導体は、前記積層された複数の磁性体層間に形成されており、磁性体層の積層方向を中心軸としたコイル状のものがある。線路導体がミアンダ状またはうずまき状であれば、線路導体を直線状に形成した場合に比べて、その長さ寸法を増加させることができ、ノイズの減衰量を増加させることができる。また、線路導体がコイル状であれば、ノイズフィルタの厚さ寸法は増大する傾向があるものの、ノイズフィルタの底面積をコイルの開口面積と同程度に設定することができる。このため、狭い接地場所に対してもノイズフィルタを配置することができる。また、線路導体を直線状に形成した場合に比べて、その長さ寸法を増加させることができ、ノイズの減衰量を増加させることができる。

#### 【 0 0 2 5 】

第2の実施形態のノイズフィルタは、層状の磁性体が積層され、前記積層された磁性体層の最上層と最下層とに接地導体が形成され、前記各磁性体層間に前記線路導体と接地導体とが交互に形成され、前記各磁性体層間に形成された前記各線路導体の一端側は互いに異なる信号入力用電極に接続され、前記各線路導体の他端側は互いに異なる信号出力用電極に接続され、前記磁性体層は酸化物磁性材料で構成され、磁性損失( $\mu''$ )が1を超える周波数が80MHz以上であり、磁性損失( $\mu''$ )が発現する周波数より低い周波数範囲では電気信号を減衰させず、磁性損失( $\mu''$ )が発現する周波数範囲では電気信号を減衰させることを特徴とするものである。

#### 【0026】

第2の実施形態のノイズフィルタによれば、各線路導体をそれぞれ個別にローパスフィルタとして動作させることができ、全体としてノイズフィルタアレイを構成することができる。また、複数の線路導体はそれぞれ独立したローパスフィルタとして動作し、線路導体の途中でインピーダンスの不整合が生じることがない。このため、線路導体の途中でノイズに反射が生じることがなく、ノイズの共振を抑制することができるとともに、外部の回路とのインピーダンス整合を容易にとることができる。

#### 【0027】

さらに、第3の実施形態として、第2の実施形態に係るノイズフィルタにおいて、前記各磁性体層間に形成された前記各線路導体は互いに異なる特性インピーダンスを有する形態がある。

#### 【0028】

この場合、複数種類の特性インピーダンスをもった配線に対してもインピーダンス整合させた状態で接続することができる。また、一部または全ての線路導体を並列接続することによって、特性インピーダンスの種類数を増加させることができ、ノイズフィルタが適用可能となる配線の種類を増やすことができる。

#### 【0029】

さらにまた、第4の実施形態として、第1または第2の実施形態に係るノイズフィルタにおいて、前記接地導体を挟みこむように形成された誘電体層と、前記

線路導体を挟みこむように形成された磁性体層とからなる形態がある。

#### 【0030】

この場合、ノイズフィルタの構造を変えることなく、特性インピーダンスを変化させることができる。回路基板線路に応じた所望の特性インピーダンスを得ることで、反射による影響を極力抑制することができる。また、線路導体と接地導体との間の絶縁耐圧を高めることができるので、線路導体と接地導体との間の層を薄く形成することができ、ノイズフィルタを小型化することができる。

#### 【0031】

さらにまた、第5の実施形態のノイズフィルタは、磁性体層と、前記磁性体層の主面上に間隔を置いて並設された2以上の線路導体とを備えており、前記磁性体層は酸化物磁性材料で構成され、磁性損失( $\mu''$ )が1を超える周波数が80 MHz以上であり、磁性損失( $\mu''$ )が発現する周波数より低い周波数範囲では電気信号を減衰させず、磁性損失( $\mu''$ )が発現する周波数範囲では電気信号を減衰させることを特徴とするものである。

#### 【0032】

このノイズフィルタによって、磁性損失( $\mu''$ )が発現する周波数より低い周波数範囲では電気信号を減衰させず、磁性損失( $\mu''$ )が発現する周波数範囲では電気信号を減衰させる、良好な低域通過特性を有するノイズフィルタを提供することができる。

#### 【0033】

さらにまた、第6の実施形態のノイズフィルタは、磁性体層と、前記磁性体層の主面上に前記磁性体層を挟むように対向して形成された少なくとも1対の線路導体とを備えており、前記磁性体層は酸化物磁性材料で構成され、磁性損失( $\mu''$ )が1を超える周波数が80 MHz以上であり、磁性損失( $\mu''$ )が発現する周波数より低い周波数範囲では電気信号を減衰させず、磁性損失( $\mu''$ )が発現する周波数範囲では電気信号を減衰させることを特徴とするものである。

#### 【0034】

このノイズフィルタによって、磁性損失( $\mu''$ )が発現する周波数より低い周波数範囲では電気信号を減衰させず、磁性損失( $\mu''$ )が発現する周波数範囲で

は電気信号を減衰させる、良好な低域通過特性を有するノイズフィルタを提供することができる。

#### 【0035】

さらにまた、磁性体として、この磁性体に空孔が形成されており、空孔内にガラス、樹脂、またはガラスと樹脂の複合材料のいずれかが充填されているものを採用してもよい。この場合、見掛けの透磁率と誘電率を調整し、特性インピーダンスを変えずに磁性損失 ( $\mu''$ ) の立ちあがり周波数を調整することができる。

#### 【0036】

各実施形態のノイズフィルタは、前記線路導体の一端側が互いに異なる信号入力用電極に接続され、前記線路導体の他端側が互いに異なる信号出力用電極に接続されることになる。

#### 【0037】

##### 【発明の実施例】

以下、本発明の実施例によるノイズフィルタについて詳細に説明する。

#### 【0038】

図1～図2は第1の実施例を示すものである。1はノイズフィルタで、ノイズフィルタ1は磁性体層2a～2h、線路導体3～5、接地導体6、信号用電極7、接地用電極8によって大略構成されている。

#### 【0039】

2はノイズフィルタ1の外形を構成する略角柱状の積層体で、該積層体2は、例えば8枚の磁性体層2a～2hで構成される。積層体2は、酸化物磁性材料からなる略四角形の板状に形成されたグリーンシートの状態のものを積層し、プレスした後、これらの磁性体層2a～2hを焼成することによって形成されている。

#### 【0040】

線路導体3～5は、磁性体層2b、2c間、磁性体層2d、2e間、磁性体層2f、2g間にそれぞれ配設されている。線路導体3～5は、例えば銀ペースト、パラジウム等の導電性金属材料によって略帯状に形成され、磁性体層2a～2hの表面にその幅方向に向けて往復して蛇行した略ミヤンダ状に形成されている。

。

## 【0041】

ここで、上層側に位置する磁性体層 2 b、2 c 間の線路導体 3 は、その一端側が磁性体層 2 a～2 h の長さ方向一端側に延びた電極部 3 A を有する。そして、線路導体 3 の他端側には、磁性体層 2 c、2 d をそれぞれ貫通するビアホール 3 B を有する。また、磁性体層 2 d、2 e 間の線路導体 4 は、その一端側がビアホール 3 B を通じて線路導体 3 に接続するための接続部 4 A を有し、他端側が磁性体層 2 e、2 f をそれぞれ貫通するビアホール 4 B を有する。下層側に位置する磁性体層 2 f、2 g 間の線路導体 5 は、その一端側がビアホール 4 B を通じて線路導体 4 に接続するための接続部 5 A を有している。線路導体 5 はその他端側が磁性体層 2 a～2 h の長さ方向一端側に延びた電極部 5 B を有している。各ビアホール 3 B、4 B 内には銀ペースト、パラジウム等の導電性金属材料が充填され、線路導体 3～5 は相互に直列接続されている。また、各電極部 3 A、5 B は、それぞれ信号用電極 7 に接続されている。なお、図示しないが、線路導体 3～5 は磁性体層 2 a～2 h の長さ方向に向けて往復して蛇行するように形成されていてもよい。

## 【0042】

接地導体 6 は各層の線路導体 3～5 を挟むように磁性体層 2 a～2 h の間にそれぞれ設けられている。各接地導体 6 は、磁性体層 2 b～2 g の最上層と最下層とにそれぞれ配置されると共に、磁性体層 2 b～2 g 間に線路導体 3～5 と交互に積み重ねられている。

## 【0043】

各接地導体 6 は、例えば銀ペースト、パラジウム等の導電性金属材料を用いて略四角形の平板状に形成され、磁性体層 2 b～2 g を略全面に亘って覆っている。さらに、各接地導体 6 には、磁性体層 2 b、2 c の長さ方向中間位置に、幅方向両端側に向けて舌状に突出して延びる電極部 6 A を有し、電極部 6 A は接地用電極 8 に接続されている。

## 【0044】

信号用電極 7 は積層体 2 の長さ方向両端側にそれぞれ設けられている。信号用

電極 7 は、積層体 2 の端面に形成されている共に、その表面、裏面および側面にも形成されており、積層体 2 の両端側にキャップ状に形成されている。そして、信号用電極 7 は、例えば積層体 2 の両端側に導電性金属材料を塗布した後に、この導電性金属材料を焼き付けることによって形成され、線路導体 3 ～ 5 の電極部 3 A および 5 B に接続されている。

#### 【0045】

接地用電極 8 は積層体 2 の長さ方向中間位置で幅方向の両端側にそれぞれ設けられている。接地用電極 8 は、略コ字状をなし、積層体 2 の側面で積層体 2 の厚さ方向に沿って帯状に延びると共に、その一部が積層体 2 の表面と裏面とに延伸している。そして、接地用電極 8 は、例えば積層体 2 の側面側に導電性金属材料を塗布した状態で焼き付けることによって形成され、接地導体 6 の電極部 6 A に接続されている。

#### 【0046】

本実施の例によるノイズフィルタ 1 は上述の如く構成されるものであり、次にその動作について説明する。

#### 【0047】

まず、信号が伝達される配線が設けられた基板上にノイズフィルタ 1 が配置されている。配線上に信号用電極 7 がそれぞれ接続されており、接地用電極 8 は接地端子に接続されている。これにより、信号は線路導体 3 ～ 5 を通じて伝達されると共に、接地導体 6 は接地電位に保持される。

#### 【0048】

ここで、磁性体層 2 a ～ 2 h を構成する酸化物磁性材料は、線路導体 3 ～ 5 を通過する信号の周波数が高くなるに従って磁性損失( $\mu''$ )を生ずる。ノイズフィルタ 1 は、この磁性損失( $\mu''$ )による吸収特性によってノイズを抑制し、低域通過型フィルタを構成するものである。

#### 【0049】

ノイズフィルタ 1 のような構成においては、磁性損失( $\mu''$ )の生じていない周波数帯では、透磁率がほぼ一定であり、また誘電率は周波数に関わらずほぼ一定であるため、線路に分布的にほぼ一定のインダクタンスと容量が生じる。このよ



うな線路は、分布定数線路となり、 $Z_0 = \sqrt{\Delta L / \Delta C}$  で表される特性インピーダンスを有することになる。ノイズフィルタ 1 の特性インピーダンスと、ノイズフィルタ 1 を挿入する回路基板などの特性インピーダンスとを合わせれば反射を生じず、波形への影響も抑えられる。

#### 【0050】

ノイズ抑制効果は伝送線路の伝搬定数 ( $\gamma = \alpha + j\beta$ ) の減衰定数 ( $\alpha$ ) に関する項により磁性損失の増加する周波数から得られる。また、酸化物磁性材料を使用することにより急峻な挿入損失特性が得られる。さらに急峻な挿入損失特性を得るためには、磁性損失 ( $\mu''$ ) が 1 を越える周波数を 80 MHz 以上とすることが望ましい。

#### 【0051】

次に、磁性体層 2a ~ 2h の製造方法について説明する。酸化物磁性材料の出発原料として、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  粉末、 $\text{ZnO}$  粉末、 $\text{NiO}$  粉末、 $\text{CuO}$  粉末、 $\text{Co}_3\text{O}_4$  粉末を準備する。

#### 【0052】

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  粉末、 $\text{ZnO}$  粉末、 $\text{NiO}$  粉末、 $\text{CuO}$  粉末、 $\text{Co}_3\text{O}_4$  粉末を用いて、表 1 の試料 No. 1 ~ 10 の組成となるように酸化物原料を秤量する。秤量原料粉末を混合し、混合物に対して 0.5 ~ 1.5 倍の重量の純水と 0.5 ~ 2.5 wt % の分散剤と共に、1 mm  $\phi$  の PSZ 製ボールを 50 vol % 充填したボールミルに投入し、20 時間混合を行う。この際、PSZ 製ボールの磨耗により、0.02 ~ 0.2 wt % 程度の  $\text{ZrO}_2$ 、0.0006 ~ 0.006 wt % 程度の  $\text{Y}_2\text{O}_3$  が混入することがあるが、特性上特に問題はない。この混合スラリーをスプレードライにより約 150 ~ 250 °C で乾燥した後、匣に充填し、700 °C で 2 時間仮焼を行った。仮焼時の昇温速度は 200 °C / h、降温速度は 700 °C から 500 °C までは 200 °C / h で、500 °C 以下は自然放置冷却とする。得られた仮焼粉末を、原料に対して、0.5 ~ 1.5 倍の重量の純水と 1.0 ~ 3.0 wt % の分散剤と共に、1 mm  $\phi$  の PSZ 製ボールを 50 vol % 充填したボールミルに投入し、48 時間粉碎する。この際、PSZ 製ボールの磨耗により、0.05 ~ 0.5 wt % 程度の  $\text{ZrO}_2$ 、0.0015 ~ 0.0

15 wt %程度の $Y_2O_3$ が混入することがあるが、特性上特に問題はない。粉碎スラリーに、アクリル樹脂バインダを加えて、乾燥、造粒し、 $1700\text{ kg/cm}^2$ の成形圧力の油圧式プレスにて直径20 mm、内径10 mm、高さ2 mmのトロイダルリングに成形した。これを最高温度が $900^\circ\text{C}$ となる所定のプロファイルで大気中にて焼成して測定用試料を作成した。この測定用試料についてインピーダンスアナライザ（アジレントテクノロジー4291A）にて $\mu'$ 、 $\mu''$ の周波数依存性を測定した。その結果を図3、図4に示す。

【0053】

【表1】

試料No.	組成					$\mu''$ 立上り周波数
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZnO	NiO	CuO	Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	
	mol%				wt%	MHz
1	48.0	29.0	14.5	8.5	0	1.2
2	48.0	27.5	16.0	8.5	0	7.4
3	48.0	26.0	17.5	8.5	0	8.0
4	48.0	25.0	18.5	8.5	0	18.0
5	48.0	10.0	33.5	8.5	0	31.7
6	48.0	5.0	38.5	8.5	0	53.5
7	48.0	1.0	42.5	8.5	0	83.3
8	48.0	25.0	18.5	8.5	2.0	117.2
9	48.0	25.0	18.5	8.5	3.0	247.9
10	48.0	25.0	18.5	8.5	5.0	469.1

【0054】

次に、図1、図2に示したノイズフィルタの製造方法について説明する。

【0055】

上記と同様の方法で作成した仮焼粉末を、仮焼粉末に対して0.3～1.0倍の重量の純水と0.5～3.5 wt %の分散剤と共に、1 mm  $\phi$ のPSZ製ボールを50 vol %充填したボールミルに投入し、48時間粉碎し、アクリル樹脂バインダ、可塑剤、消泡剤等を加えて、さらに12時間混合する。得られた原料スラリーをドクターブレードを用いて、PETフィルム上に、厚さ10～150  $\mu\text{m}$ （一点でよい；例えば100  $\mu\text{m}$ ）の帯状のシートに成形し、乾燥室の周囲に配置した電熱ヒータにて、乾燥する。乾燥温度は $40\sim100^\circ\text{C}$ とし、必要に応じてファン送風を行う。送風は熱風が好ましい。乾燥後の帯状のシートを100 mm角に打ち抜く。このうち、所定の枚数について、スクリーン印刷により

、Agペーストで、ミヤンダ形状導体パターン、および、グランド電極パターンを印刷する。印刷したシートを、図1のようにミヤンダ形状導体パターンを挟み込むようにグランド電極を配置し、ミヤンダ形状導体パターンを3層積み重ねた。ミヤンダ形状導体パターンはビアホールを介して直列に接続される。さらに、その上下に外層シートを所定の枚数ずつ積み重ね、得られたシートブロックの上下をラバーで挟み、 $1000\text{ kg/cm}^2$ に設定した静水圧プレスで圧着する。圧着後の厚みは $1.5\text{ mm}$ となるように外層シートの枚数を調節する。積層、圧着したものを $4.0\text{ mm}$ （長さ） $\times 2.0\text{ mm}$ （幅） $\times 1.5\text{ mm}$ （厚み）のチップ形状にカットした。これらを最高温度が $900^\circ\text{C}$ となる所定のプロファイルで焼成する。焼成は通常大気中で行うが、酸素分圧を $19\text{ vol\%}$ 以下とした雰囲気でも良好な焼結体が得られる。

#### 【0056】

焼成後の素子サイズは、 $3.2\text{ mm}$ （長さ） $\times 1.6\text{ mm}$ （幅） $\times 1.2\text{ mm}$ （厚み）であり、ミヤンダ形状導体の長さは約 $20\text{ mm}$ である。焼成後、チップ端部にミヤンダ導体パターン接続用の外部電極、チップ側面にグランド電極接続用の外部電極を形成した。

#### 【0057】

なお、実施例では、印刷シートの積重ねは1層のシートで行っているが、所望の層間隔を得るために導体パターンの印刷していないシートを複数層積重ねても良い。また、磁性体層は、スクリーン印刷を繰り返して所定の厚みの磁性体層を得る、印刷工法によって形成されてもよい。

#### 【0058】

試作した試料をネットワークアナライザ（アジレントテクノロジー 8753D）に接続して、挿入損失特性を調べた。その結果を図5、図6に示す。図5、図6より、挿入損失は、 $\mu''$ の立ち上がり周波数が高いほど急峻な特性が得られることがわかった。なお、各試料のミヤンダ導体パターンとグランド電極間の層間隔を夫々変えて作成し、磁性損失（ $\mu''$ ）が増加し始めるまでの周波数（ $\mu'$ がほぼ一定値を示す周波数域）での特性インピーダンスが、試料No. 1では約 $190\ \Omega$ 、試料No. 2では約 $130\ \Omega$ 、試料No. 3では約 $90\ \Omega$ 、試料No. 4

～10では約50Ωとなるようにした。

#### 【0059】

試料No.4～10のように、80MHz以上で $\mu''$ が立ちあがる場合、特に良好な挿入損失特性が得られる。

#### 【0060】

また、比較としてインピーダンス素子を挿入した場合の挿入損失特性との比較を行った。比較に用いた試料は、試料No.7と同様の材料を用い、グランド電極を印刷しないシートを積重ねた以外は試料No.7と同じ構成で作成した(比較例1)。すなわち、ミヤンダ形状導体パターンのみが素子内部に構成された形状になっている。

#### 【0061】

この素子の、インピーダンス周波数特性を図7に示す。また、試料No.7と比較例1の挿入損失の比較を図8に示す。

#### 【0062】

同じ磁性材料を用いているが、比較例1は、 $\mu''$ が発現しない周波数から挿入損失が発生し、端子電極間の浮遊容量により500MHz以上ではインピーダンスが低下し、挿入損失も低下する。試料No.7では、 $\mu''$ が増加する周波数から挿入損失が発生し、GHz帯の高周波まで効果が持続する。

#### 【0063】

なお、本実施例においてはNi-Cu-Zn系フェライト焼結体を用いているが、Mg-Cu-Zn系フェライト、Ni-Mg-Cu-Zn系フェライト、Cu-Zn系フェライトなどを用いてもよい。

#### 【0064】

図9、図10は第1の実施例における変形例を示すものである。図9に示すように、本変形例においては、接地導体6の電極部6Aが、磁性体層2b、2cの長さ方向両端側に向けて延びるように、磁性体層2b、2cの幅方向両端側に形成されている。また、図10に示すように、信号用電極7が、積層体2の幅方向中間位置で長さ方向の両端側にそれぞれ設けられており、接地用電極8が、信号用電極7の両側にそれぞれ設けられている。信号用電極7と接地用電極8とは短

絡を防ぐため、所定の間隔を有するように設けられている。本変形例は、特にコプレーナガイドとの接続に適したものである。

#### 【0065】

図11は第1の実施例における他の変形例を示すものである。図11に示すように、本変形例においては、線路導体3～5が直線状に形成されたものである。

#### 【0066】

図12は第1の実施例におけるさらに他の変形例を示すものである。図12に示すように、本変形例においては、線路導体3～5がうずまき状に形成されたものである。

#### 【0067】

図13は第1の実施例におけるさらに他の変形例を示すものである。図13に示すように、本変形例においては、線路導体3～5が折返し部を有する略円弧状またはコ字状をなしている。線路導体3～5は磁性体層を積層することで、積層された磁性体層間に形成されており、磁性体層の積層方向を中心軸としたコイル状に形成される。

#### 【0068】

なお、図9～図13において、図1と同じ構成については同じ符号が付けており、詳細な説明は省略する。

#### 【0069】

図14～図15は第2の実施例を示すものである。本実施例によるノイズフィルタは、磁性体層間には同一層に位置して第1の線路導体と第2の線路導体进行、これら第1、第2の線路導体と接地導体とを磁性体層間に交互に積み重ね、複数層の第1の線路導体を直列接続すると共に、これら第1の線路導体とは独立して複数層の第2の線路導体を直列接続したものである。

#### 【0070】

11は本実施例によるノイズフィルタで、該ノイズフィルタ11は磁性体層12a～12j、第1の線路導体13～16、第2の線路導体17～20、接地導体21、第1の信号用電極22、第2の信号用電極23によって大略構成されている。

**【0071】**

12はノイズフィルタ11の外形を構成する略角柱状の積層体で、該積層体12は、例えば10枚の磁性体層12a～12jを積層することによって形成されている。そして磁性体層12a～12jは、略四角形の板状に形成され、酸化物磁性材料によって形成されている。

**【0072】**

13～16は第1の線路導体で、各組の磁性体層12b、12c間、磁性体層12d、12e間、磁性体層12f、12g間、磁性体層12h、12i間にそれぞれ位置して合計4層に設けられている。該線路導体13～16は、導電性金属材料によってうずまき状に形成されると共に、積層体12の厚さ方向に対して互いに対向する位置に配置されている。

**【0073】**

ここで、線路導体13の一端側は、積層体12の長さ方向一端側に向かって延びた電極部13Aをなし、線路導体13の他端側は、うずまきの中心側に位置して磁性体層12c、12dを貫通するビアホール13Bが設けられている。

**【0074】**

また、線路導体14の一端側は、うずまきの中心側に位置してビアホール13Bを通じて線路導体13に接続するための接続部14Aが設けられ、線路導体14の他端側は、うずまきの外周側に位置して磁性体層12e、12fを貫通するビアホール14Bが設けられている。同様に、線路導体15の一端側は、うずまきの外周側に位置して接続部15Aが設けられ、線路導体15の他端側は、うずまきの中心側に位置してビアホール15Bが設けられている。

**【0075】**

また、線路導体16の一端側は、うずまきの中心に位置してビアホール15Bを通じて線路導体15に接続するための接続部16Aが設けられると共に、線路導体16の他端側は、うずまきの外周側に位置して積層体12の長さ方向他端側に向かって延びた電極部16Bをなしている。

**【0076】**

そして、各ビアホール13B、14B、15B内には銀ペースト、パラジウム

等の導電性金属材料が充填され、線路導体 13～16 は相互に直列接続されている。

#### 【0077】

17～20 は第 2 の線路導体で、各組の磁性体層 12 b、12 c 間、磁性体層 12 d、12 e 間、磁性体層 12 f、12 g 間、磁性体層 12 h、12 i 間にそれぞれ位置して合計 4 層に設けられている。該線路導体 17～20 は、第 1 の線路導体 13～16 と異なる位置として第 1 の線路導体 13～16 から積層体 12 の幅方向に位置ずれて配置され、第 1 の線路導体 13～16 に対して絶縁されている。また、線路導体 17～20 は、導電性金属材料によってうずまき状に形成されると共に、積層体 12 の厚さ方向に対して互いに対向する位置に配置されている。

#### 【0078】

そして、第 2 の線路導体 17～20 は、第 1 の線路導体 13～16 とほぼ同様の形状をもって形成され、線路導体 17 の一端側には電極部 17 A が設けられ、線路導体 17 の他端側にはビアホール 17 B が設けられている。同様に線路導体 18、19 の一端側には接続部 18 A、19 A が設けられ、線路導体 18、19 の他端側にはビアホール 18 B、19 B が設けられている。さらに、線路導体 20 の一端側には接続部 20 A が設けられ、線路導体 20 の他端側には電極部 20 B が設けられている。

#### 【0079】

そして、各ビアホール 17 B、18 B、19 B 内には銀ペースト、パラジウム等の導電性金属材料が充填され、線路導体 17～20 は相互に直列接続されている。

#### 【0080】

21 は接地導体で、第 1 の線路導体 13～16 および第 2 の線路導体 17～20 を各層毎に挟むように磁性体層 12 a～12 j の間にそれぞれ設けられている。各接地導体 21 は、磁性体層 12 b～12 i の最上層と最下層とにそれぞれ配置されると共に、磁性体層 12 b～12 i 間に第 1、第 2 の線路導体 13～16、17～20 と交互に積み重ねられている。

**【0081】**

そして、接地導体 21 は、導電性金属材料を用いて略四角形の平板状に形成され、磁性体層 12b～12i を略全面に亘って覆っている。さらに、接地導体 21 には第 1 の実施の例による接地導体 6 とほぼ同様に幅方向両端側に向けて突出した電極部 21A が設けられ、該電極部 21A は後述の接地用電極 24 に接続されている。

**【0082】**

22 は第 1 の信号用電極で、積層体 12（磁性体層 12a～12j）の長さ方向両端側にそれぞれ設けられている。該信号用電極 22 は、導電性金属材料によって形成され、信号用の配線に接続されるものである。また、一方の信号用電極 22 は線路導体 13 の電極部 13A に接続されると共に、他方の信号用電極 22 は、線路導体 16 の電極部 16B に接続されている。

**【0083】**

23 は第 2 の信号用電極で、積層体 12（磁性体層 12a～12j）の長さ方向両端側にそれぞれ設けられている。該信号用電極 23 は、導電性金属材料によって形成され、第 1 の信号用電極 22 に対して積層体 12 の幅方向に位置ずれして設けられ、第 1 の信号用電極 22 に対して絶縁されている。また、一方の信号用電極 23 は線路導体 17 の電極部 17A に接続されると共に、他方の信号用電極 23 は、線路導体 20 の電極部 20B に接続されている。

**【0084】**

そして、例えば一方の信号用電極 22、23 は信号入力用電極をなし、他方の信号用電極 22、23 は信号出力用電極をなしている。なお、一方の信号用電極 22、23 を信号出力用に用い、信号用電極 22、23 を信号入力用に用いてもよい。

**【0085】**

24 は接地用電極で、積層体 12 の幅方向の両端側にそれぞれ設けられている。該接地用電極 24 は、導電性金属材料によって形成され、接地導体 21 の電極部 21A に接続されている。

**【0086】**



かくして、このように構成される本実施の例でも、前記第 1 の実施の例とほぼ同様の作用効果を得ることができる。また、第 1、第 2 の線路導体 13～16、17～20 をそれぞれ独立して設けたから、単一の積層体 12 内に第 1 の線路導体 13～16 からなるローパスフィルタと、第 2 の線路導体 17～20 からなるローパスフィルタを設けることができる。このため、ノイズフィルタ 11 は、全体として 2 つのローパスフィルタを有するノイズフィルタアレイを構成することができるから、2 つのローパスフィルタを個別に形成した場合に比べて、接地導体 21、接地用電極 24 等を共有することができ、ノイズフィルタ 11 を小型化することができる。

#### 【0087】

図 16～図 17 は第 3 の実施例を示すものである。本実施例によるノイズフィルタは、重なり合う複数の磁性体層の最上層と最下層とに接地導体を形成し、各磁性体層間に線路導体と接地導体とを交互に形成し、複数層の線路導体の一端側は互いに異なる信号入力用電極に接続し、複数層の線路導体の他端側は互いに異なる信号出力用電極に接続されることを特徴としている。

#### 【0088】

31 は本実施例によるノイズフィルタで、該ノイズフィルタ 31 は磁性体層 32a～32j、線路導体第 1～第 4 の線路導体 33～36、接地導体 37、第 1～第 4 の信号用電極 38～41、接地用電極 42 によって大略構成されている。

#### 【0089】

32 は略角柱状の積層体で、ノイズフィルタ 31 の外形を構成する。該積層体 32 は、例えば 10 枚の磁性体層 32a～32j を積層することによって形成されている。そして、磁性体層 32a～32j は、略四角形の板状に形成され、酸化物磁性材料によって形成されている。

#### 【0090】

33 は第 1 の線路導体で、磁性体層 32b、32c 間に設けられている。該線路導体 33 は、導電性金属材料を用いて細い带状に形成されると共に、積層体 32 の幅方向に複数回に亘って蛇行（往復）したミヤンダ状をなしている。そして、線路導体 33 の両端側には、積層体 32 の長さ方向両端側に向かってそれぞれ

延びた電極部 33A が形成され、これらの電極部 33A は、例えば積層体 32 の幅方向一端側に配置されている。

#### 【0091】

34 は第 2 の線路導体で、磁性体層 32d、32e 間に設けられている。該線路導体 34 は、例えば第 1 の線路導体 33 と同じ幅寸法を有し、第 1 の線路導体 33 と同様に導電性金属材料を用いて細い帯状に形成されると共に、積層体 32 の幅方向に複数回に亘って蛇行したミヤンダ状に形成され、その両端側には、積層体 32 の長さ方向両端側に向かってそれぞれ延びた電極部 34A が形成されている。そして、これらの電極部 34A は、第 1 の電極部 33A とは異なる位置として例えば積層体 32 の幅方向中央側に配置されている。

#### 【0092】

35 は第 3 の線路導体で、磁性体層 32f、32g 間に設けられている。該線路導体 35 は、例えば第 1 の線路導体 33 と同じ幅寸法を有し、第 1 の線路導体 33 と同様に導電性金属材料を用いて蛇行したミヤンダ状に形成され、その両端側には、積層体 32 の長さ方向両端側に向かってそれぞれ延びた電極部 35A が形成されている。そして、これらの電極部 35A は、第 1、第 2 の電極部 33A、34A とは異なる位置として例えば第 2 の電極部 34A と積層体 32 の幅方向他端との中間部位に配置されている。

#### 【0093】

36 は第 4 の線路導体で、磁性体層 32h、32i 間に設けられている。該線路導体 36 は、例えば第 1 の線路導体 33 と同じ幅寸法を有し、第 1 の線路導体 33 と同様に導電性金属材料を用いて蛇行したミヤンダ状に形成され、その両端側には、積層体 32 の長さ方向両端側に向かってそれぞれ延びた電極部 36A が形成されている。そして、これらの電極部 36A は、第 1～第 3 の電極部 33A～35A とは異なる位置として例えば積層体 32 の幅方向他端側に配置されている。

#### 【0094】

37 は接地導体で、第 1～第 4 の線路導体 33～36 を挟むように磁性体層 32a～32j の間にそれぞれ設けられている。各接地導体 37 は、磁性体層 32

b～32iの最上層と最下層にそれぞれ配置されると共に、磁性体層32b～32i間に線路導体33～36と交互に積み重ねられている。

#### 【0095】

そして、接地導体37は、導電性金属材料を用いて略四角形の平板状に形成され、磁性体層32b～32iを略全面に亘って覆っている。さらに、接地導体37には第1の実施の例による接地導体6とほぼ同様に幅方向両端側に向けて突出した電極部37Aが設けられ、該電極部37Aは後述の接地用電極42に接続されている。

#### 【0096】

38～41はそれぞれ第1～第4の信号用電極で、導電性金属材料によって形成されている。該第1～第4の信号用電極38～41は、積層体32の長さ方向両端側の側面に位置してそれぞれ一対ずつ設けられている。そして、第1～第4の信号用電極38～41は、積層体32の幅方向に対して互いに異なる位置として例えば積層体32の幅方向一端側から他端側に向けて順次配置され、相互の間が絶縁されている。

#### 【0097】

また、第1の信号用電極38は第1の線路導体33の電極部33Aに接続され、第2の信号用電極39は第2の線路導体34の電極部34Aに接続され、第3の信号用電極40は第3の線路導体35の電極部35Aに接続され、第4の信号用電極41は第4の線路導体36の電極部36Aに接続されている。

#### 【0098】

そして、一対ずつ設けられた第1～第4の信号用電極38～41において、一端は信号入力用電極をなし、他方端は信号出力用電極をなしている。

#### 【0099】

42は接地用電極で、積層体32の幅方向の両端側にそれぞれ設けられている。該接地用電極42は、導電性金属材料によって形成され、接地導体37の電極部37Aに接続されている。

#### 【0100】

かくして、このように構成される本実施例でも、前記第 1 の実施例とほぼ同様の作用効果を得ることができる。また、本実施例では、複数層の線路導体 33～36 は互いに異なる信号用電極 38～41 に接続するから、複数層の線路導体 33～36 をそれぞれ個別にローパスフィルタとして作動させることができ、全体としてノイズフィルタアレイを構成することができる。

#### 【0101】

また、本実施例では、複数層の線路導体 33～36 はそれぞれ個別にローパスフィルタを構成するから、ローパスフィルタの個数を増加させる場合であっても、磁性体層 32a～32j の枚数を増加すれば足りる。このため、ノイズフィルタ 31 内に多数のローパスフィルタを設けた場合であっても、ノイズフィルタ 31 を小型化することができる。

#### 【0102】

また、本実施例では、ビアホールを用いる必要がないため、ビアホールが不連続点となりインピーダンスの不整合が生じることがない。このため、線路導体 33～36 の途中でノイズに反射が生じることがなく、ノイズの共振を抑制することができると共に、外部の回路に対してインピーダンス整合を容易に取ることができる。加えて、磁性体層 32a～32j にビアホールが設けられていないから、線路導体 33～36 を磁性体層 32a～32j の全面に亘って配置することができる。このため、線路導体 33～36 の長さ寸法を長くすることができ、ノイズの減衰量を増加させることができる。さらに、ビアホールの穴加工等を行う必要がないから、製造工程を簡略化し製造コストを低減することができる。

#### 【0103】

また、本実施の例では、線路導体 33～36 間には接地導体 37 が設けられているから、接地導体 37 によって、隣合う線路導体 33～36 間でのクロストークを防ぐことができ、信号を確実に伝搬することができる。

#### 【0104】

また、本実施例では、複数層の線路導体 33～36 は各層毎にそれぞれ独立しているから、入力用の信号用電極 38～41 と出力用の信号用電極 38～41 とは対向する必要がなく、独立して配置することができるから、設計自由度を高め

ることができる。

#### 【0105】

図18は第3の実施例における変形例を示すものである。図18に示すように、本変形例においては、線路導体33～36が直線状に形成されたものである。

#### 【0106】

図19は第3の実施例における他の変形例を示すものである。図19に示すように、本変形例においては、線路導体33～36がうずまき状に形成されたものである。

#### 【0107】

図20は第3の実施例におけるさらに他の変形例を示すものである。図20に示すように、本変形例においては、線路導体33～36が互いに異なる幅寸法を有するように形成されたものである。この場合、複数層の線路導体33～36は互いに異なる特性インピーダンスを有するから、複数種類の特性インピーダンスをもった配線に対しても各層の線路導体33～36をインピーダンス整合させた状態で接続することができる。また、線路導体33～36は互いに異なる特性インピーダンスを有するから、各線路導体33～36を独立して用いるときには、線路導体33～36の層数に応じて4種類の特性インピーダンスをもったローパスフィルタを形成することができる。

#### 【0108】

これに加えて、複数層の線路導体33～36のうち2層～3層または全ての層（4層）の線路導体を並列接続して用いるときには、特性インピーダンスを例えば10種類増加させることができる。このため、線路導体33～36の特性インピーダンスを全て同じ値に設定したときに比べて、特性インピーダンスの種類を増やすことができるから、適用可能となる配線の種類を増やすことができる。

#### 【0109】

なお、第3の実施例において、それぞれのローパスフィルタの特性インピーダンスを異なる値に設定するためには、線路導体33～36の幅寸法だけでなく、磁性体層32b～32iの厚さ寸法を互いに相違させる構成としてもよく、線路導体33～36の幅寸法と磁性体層32b～32iの厚さ寸法との両方を相違さ

せる構成としてもよい。

#### 【0110】

図21～図23は第4の実施例を示すものである。本実施例によるノイズフィルタは、磁性体層中に誘電体層が介在されることを特徴としている。

#### 【0111】

51は本実施の例によるノイズフィルタで、該ノイズフィルタ51は磁性体層53a～53f、誘電体層54a～54h、線路導体55～57、接地導体58、信号用電極59、接地用電極60によって大略構成されている。

#### 【0112】

52は略角柱状の積層体で、ノイズフィルタ1の外形を構成する。該積層体52は、例えば6枚の磁性体層53a～53fと、8枚の誘電体層54a～54hとを相互に重なり合って積層した状態でプレスした後、これらの磁性体層53a～53fと誘電体層54a～54hを焼成することによって形成されている。

#### 【0113】

磁性体層53a～53fと誘電体層54a～54hとは、それぞれ2枚ずつ交互に積層され、磁性体層53a、53b間には線路導体55が、磁性体層53c、53d間には線路導体56が、磁性体層53e、53f間には線路導体57が形成され、誘電体層54a、54b間、誘電体層54c、54d間、誘電体層54e、54f間、誘電体層54g、54h間には接地導体58がそれぞれ形成されている。

#### 【0114】

また、磁性体層53a～53fは、略四角形の板状に形成され、酸化物磁性材料によって形成されており、誘電体層54a～54hは、略四角形の板状に形成され、誘電材料によって形成されている。

#### 【0115】

なお、磁性体層53a～53fおよび誘電体層54a～54hの積層枚数、積層順序は本実施の例に限られるものではなく、例えば導体等が印刷されていない層が、磁性体層53a～53fおよび誘電体層54a～54hの各層の間に形成されていてもよい。

## 【0116】

その他の構成は第1の実施例と共通であるため、説明を省略する。

## 【0117】

かくして、このように構成される本実施例でも、前記第1の実施の例とほぼ同様の作用効果を得ることができる。また、本実施例では、磁性体層中に誘電体層が介在されているため、ノイズフィルタの構造を大きく変えることなく、特性インピーダンスの異なるノイズフィルタを得ることができる。

## 【0118】

本発明におけるノイズフィルタの特性インピーダンス ( $Z_0$ ) は、 $Z_0 = \sqrt{\Delta L / \Delta C}$  (  $\Delta L / \Delta C$  ) の関係で表され、特性インピーダンス ( $Z_0$ ) は線路導体のインダクタンスと、線路と接地導体との間のキャパシタンスによって決定される。すなわち、ノイズフィルタ 51 において、磁性体層中に誘電体層を介在させた場合、介在させた誘電体層の誘電率が磁性体層の誘電率より低ければ、ノイズフィルタを磁性体層のみで構成したときと比較して特性インピーダンスは高くなり、介在させた誘電体層の誘電率が磁性体層の誘電率より高い場合、ノイズフィルタを磁性体層のみで構成したときと比較して特性インピーダンスは低くなる。これを利用して、ノイズフィルタ 51 の特性インピーダンスと、ノイズフィルタ 51 を挿入する回路基板などの特性インピーダンスとを合わせれば、反射による影響を極力抑えることができる。

## 【0119】

また、誘電体材料は、磁性体材料に比べて一般的に絶縁耐圧が高いため、誘電体層で接地導体を挟みこむように形成し、磁性体層で線路導体を挟みこむように形成したノイズフィルタ 51 においては、線路導体と接地導体との間の絶縁耐圧を高めることができる。したがって、線路導体と接地導体との間の層を薄く形成することができ、ノイズフィルタ 51 を小型化することができる。

## 【0120】

図 24 は第5の実施例を示すものである。図 24 に示すように、第5の実施例によるノイズフィルタ 71 は、磁性体層 72 と、磁性体層 72 の表面に形成され同じ高さ位置に間隔を置いて並設された線路導体 73 a、73 b とからなること

を特徴としている。

【0121】

このように構成される本実施の例でも、前記第1の実施例とほぼ同様の作用効果を得ることができる。

【0122】

図25は第6の実施例を示すものである。図25に示すように、第6の実施例においては、線路導体73aと73bとが、磁性体層72を介して互いに対向するように形成されたものである。

【0123】

このように構成される本実施の例でも、前記第1の実施例とほぼ同様の作用効果を得ることができる。

【0124】

本発明のノイズフィルタにおいて、磁性体層に空孔を形成し、空孔内にガラス、樹脂、またはガラスと樹脂の複合材料のいずれかを充填させた構成としてもよい。

【0125】

このような磁性体層を製造する方法を、第1の実施例で説明した内容をもとに説明する。

【0126】

第1の実施例において、仮焼粉末に空孔形成用のビーズを加え、その他は第1の実施例と同様に処理することにより、空孔を有する磁性体を得られる。具体的には、ビーズとして焼成時に飛散する材料、例えば、樹脂、カーボンなどを用いる。ビーズの径としては、例えば、数 $\mu\text{m}$ ～数10 $\mu\text{m}$ の範囲のものを任意に選択すればよい。ビーズ径の大きさは、形成される空孔の大きさに比例する。またビーズの添加量によって、磁性体中における空孔の占める体積が決められる。したがって、空孔に充填させるガラス、樹脂、またはガラスと樹脂の複合材料の占有体積を考慮して空孔形成用のビーズの径、量を調整すればよい。空孔を形成する構成については、図1、図2に示したノイズフィルタ、図9～図13に示したノイズフィルタ、図14、図15に示したノイズフィルタ、図16、図17に示



したノイズフィルタ、図 18 に示したノイズフィルタ、図 20 に示したノイズフィルタ、図 21、図 22 に示したノイズフィルタ、図 24 に示したノイズフィルタ、および図 25 に示したノイズフィルタに適用することができる。

#### 【0127】

かくして、このように構成される本実施例でも、前記第 1 の実施例とほぼ同様の作用効果を得ることができる。また、本実施例では、酸化物磁性材料として、磁性体層に空孔を形成し、空孔内にガラス、樹脂、またはガラスと樹脂の複合材料のいずれかを充填させているため、見掛けの透磁率と誘電率を調整し、特性インピーダンスを変えずに磁性損失 ( $\mu''$ ) の立ち上がり周波数を調整することができる。

#### 【0128】

通常、磁性材料においては、透磁率 ( $\mu$ ) を変化させると、それに伴い磁性損失 ( $\mu''$ ) の立ち上がり周波数も変化する。したがって、本発明におけるノイズフィルタにおいても、( $\mu''$ ) の立ち上がり周波数を変化させる場合には、酸化物磁性材料の透磁率 ( $\mu$ ) を変化させる必要がある。一方、本発明におけるノイズフィルタの特性インピーダンス ( $Z_0$ ) は、 $Z_0 = \sqrt{\Delta L / \Delta C}$  の関係で表され、特性インピーダンス ( $Z_0$ ) は線路導体のインダクタンスと、線路と接地導体との間のキャパシタンスによって決定される。したがって、酸化物材料の透磁率 ( $\mu$ ) を変化させると、これに伴い特性インピーダンス ( $Z_0$ ) も変化してしまうという問題があった。

#### 【0129】

これに対し本実施の例においては、磁性体層に空孔を形成し、空孔内にガラス、樹脂、またはガラスと樹脂の複合材料のいずれかを充填させ、空孔内に充填させたガラス、樹脂、またはガラスと樹脂の複合材料の誘電率 ( $\epsilon$ ) を調整することで、特性インピーダンスが同じで、磁性損失 ( $\mu''$ ) の立ち上がり周波数が異なるノイズフィルタを得ることができる。

#### 【0130】

##### 【発明の効果】

本発明は、以上説明したように構成されるもので、以下に記載するような効果

を奏するものである。

#### 【0131】

請求項1の発明のノイズフィルタによれば、磁性損失( $\mu''$ )が急峻に立ち上がり、磁性損失( $\mu''$ )が立ち上がる周波数以上で大きな減衰を得ることができる。また、磁性損失( $\mu''$ )が発現する周波数より低い周波数範囲では電気信号を減衰させず、磁性損失( $\mu''$ )が発現する周波数範囲では電気信号を減衰させることから、良好な低域通過特性を得ることができる。また、各層の線路導体を通過する信号を接地導体間に閉じ込めることができ、通過帯域での信号の減衰を防止できる。また、重なり合う複数の磁性体層の最上層と最下層とに接地導体を配置したことで、外部から線路導体中にノイズが混入することを防ぐことができ、信号を確実に伝達することができる。

#### 【0132】

さらに、全ての線路導体の幅寸法をほぼ等しい値に設定するとともに、全ての磁性体層の厚さ寸法をほぼ等しい値に設定した場合には、各層の線路導体に対する特性インピーダンスを相互にほぼ一致させることができる。このため、相互に直列接続された線路導体の全体にわたって特性インピーダンスをほぼ一定値に設定できるから、線路導体の途中でノイズに反射が生じることがなく、ノイズの共振を抑制することができ、外部の回路とのインピーダンス整合を容易に取ることができる。加えて、各磁性体層間に介在している各線路導体が直列接続されていることで、伝送線路の全長を長くすることができ、線路導体を通過するノイズの減衰量を増加させることができる。

#### 【0133】

請求項2の発明のノイズフィルタによれば、さらに急峻な挿入損失特性を得ることができる。

#### 【0134】

請求項3の発明のノイズフィルタによれば、各線路導体をそれぞれ個別にローパスフィルタとして動作させることができ、全体としてノイズフィルタアレイを構成することができる。また、複数の線路導体はそれぞれ独立したローパスフィルタとして動作し、線路導体の途中でインピーダンスの不整合が生じることがな

い。このため、線路導体の途中でノイズに反射が生じることがなく、ノイズの共振を抑制することができるとともに、外部の回路とのインピーダンス整合を容易にとることができる。

#### 【0135】

請求項4～5の発明のノイズフィルタによれば、線路導体を直線状に形成した場合に比べて、その長さ寸法を増加させることができ、ノイズの減衰量を増加させることができる。

#### 【0136】

請求項6の発明のノイズフィルタによれば、ノイズフィルタの底面積をコイルの開口面積と同程度に設定することができる。このため、狭い接地場所に対してもノイズフィルタを配置することができる。また、線路導体を直線状に形成した場合に比べて、その長さ寸法を増加させることができ、ノイズの減衰量を増加させることができる。

#### 【0137】

請求項7の発明のノイズフィルタによれば、複数種類の特性インピーダンスをもった配線に対してもインピーダンス整合させた状態で接続することができる。また、一部または全て伝送線路を並列接続することによって、特性インピーダンスの種類数を増加させることができ、ノイズフィルタが適用可能となる配線の種類を増やすことができる。

#### 【0138】

請求項8の発明のノイズフィルタによれば、ノイズフィルタの構造を変えることなく、特性インピーダンスを変化させることができる。回路基板線路に応じた所望の特性インピーダンスを得ることで、反射による影響を極力抑制することができる。

#### 【0139】

請求項9の発明のノイズフィルタによれば、ノイズフィルタの構造を変えることなく、特性インピーダンスを変化させることができる。また、線路導体と接地導体との間の絶縁耐圧を高めることができるので、線路導体と接地導体との間の層を薄く形成することができ、ノイズフィルタを小型化することができる。

**【 0 1 4 0 】**

請求項 1 0 の発明のノイズフィルタによれば、磁性損失 ( $\mu''$ ) が発現する周波数より低い周波数範囲では電気信号を減衰させず、磁性損失 ( $\mu''$ ) が発現する周波数範囲では電気信号を減衰させる、良好な低域通過特性を有するノイズフィルタを提供することができる。

**【 0 1 4 1 】**

請求項 1 1 の発明のノイズフィルタによれば、磁性損失 ( $\mu''$ ) が発現する周波数より低い周波数範囲では電気信号を減衰させず、磁性損失 ( $\mu''$ ) が発現する周波数範囲では電気信号を減衰させる、良好な低域通過特性を有するノイズフィルタを提供することができる。

**【 0 1 4 2 】**

請求項 1 2 の発明のノイズフィルタによれば、見掛けの透磁率と誘電率を調整し、特性インピーダンスを変えずに磁性損失 ( $\mu''$ ) の立ち上がり周波数を調整することができる。

**【図面の簡単な説明】****【図 1】**

本発明のノイズフィルタの第 1 の実施例を示す分解斜視図である。

**【図 2】**

本発明のノイズフィルタの第 1 の実施例を示す斜視図である。

**【図 3】**

試料 N o . 1 ~ 3 の  $\mu'$ 、 $\mu''$  の周波数依存性の測定結果を示す図である。

**【図 4】**

試料 N o . 4 ~ 1 0 の  $\mu'$ 、 $\mu''$  の周波数依存性の測定結果を示す図である。

**【図 5】**

試料 N o . 1 ~ 3 の周波数－挿入損失特性を示す図である。

**【図 6】**

試料 N o . 4 ~ 1 0 の周波数－挿入損失特性を示す図である。

**【図 7】**

インピーダンス周波数特性を示す図である。

**【図 8】**

周波数－挿入損失特性を示す図である。

**【図 9】**

本発明の第 1 の実施例における変形例を示す分解斜視図である。

**【図 1 0】**

本発明の第 1 の実施例における変形例を示す斜視図である。

**【図 1 1】**

本発明の第 1 の実施例における他の変形例を示すものである。

**【図 1 2】**

本発明の第 1 の実施例におけるさらに他の変形例を示すものである。

**【図 1 3】**

本発明の第 1 の実施例におけるさらに他の変形例を示すものである。

**【図 1 4】**

本発明の第 2 の実施例を示す分解斜視図である。

**【図 1 5】**

本発明の第 2 の実施例を示す斜視図である。

**【図 1 6】**

本発明の第 3 の実施例を示す分解斜視図である。

**【図 1 7】**

本発明の第 3 の実施例を示す斜視図である。

**【図 1 8】**

本発明の第 3 の実施例における変形例を示す分解斜視図である。

**【図 1 9】**

本発明の第 3 の実施例における他の変形例を示す平面図である。

**【図 2 0】**

本発明の第 3 の実施例におけるさらに他の変形例を示す分解斜視図である。

**【図 2 1】**

本発明の第 4 の実施例を示す分解図である。

**【図 2 2】**

本発明の第 4 の実施例を示す斜視図である。

【図 2 3】

図 2 2 における X - X' 線断面図である。

【図 2 4】

本発明の第 5 の実施例を示す斜視図である。

【図 2 5】

本発明の第 6 の実施例における変形例を示すものである。

【図 2 6】

従来例を示す一部破砕斜視図である。

【図 2 7】

他の従来例を示す断面図である。

【図 2 8】

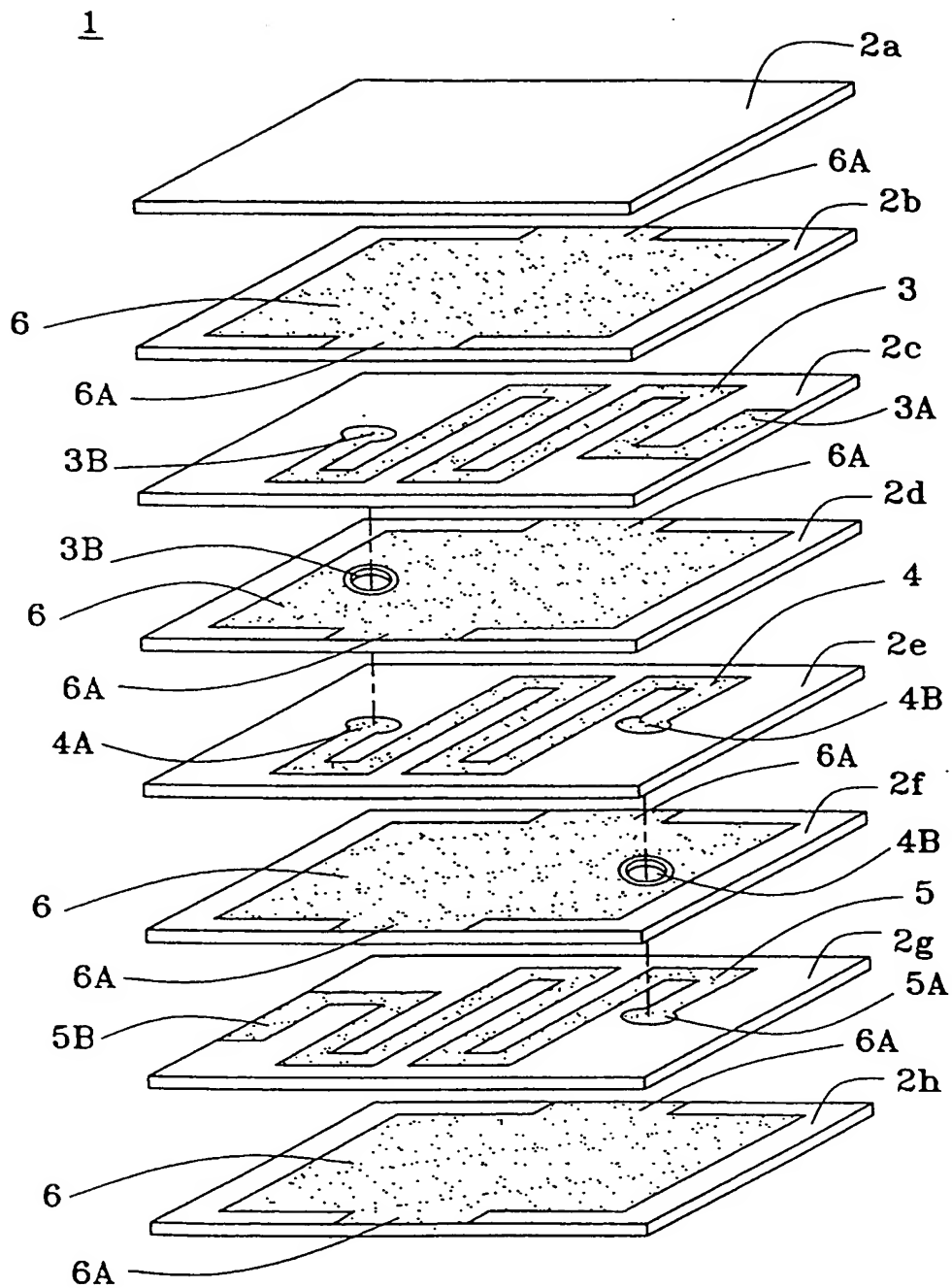
さらに他の従来例を示す斜視図である。

【符号の説明】

1	ノイズフィルタ
2 a ~ 2 h	磁性体層
3 ~ 5	線路導体
6	接地導体
7	信号用電極
8	接地用電極

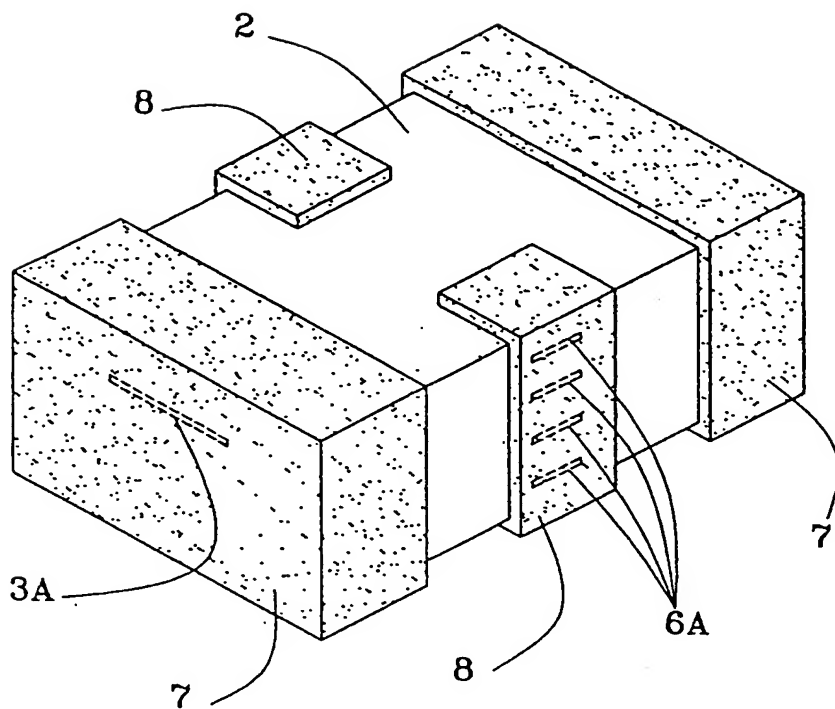
【書類名】 図面

【図 1】



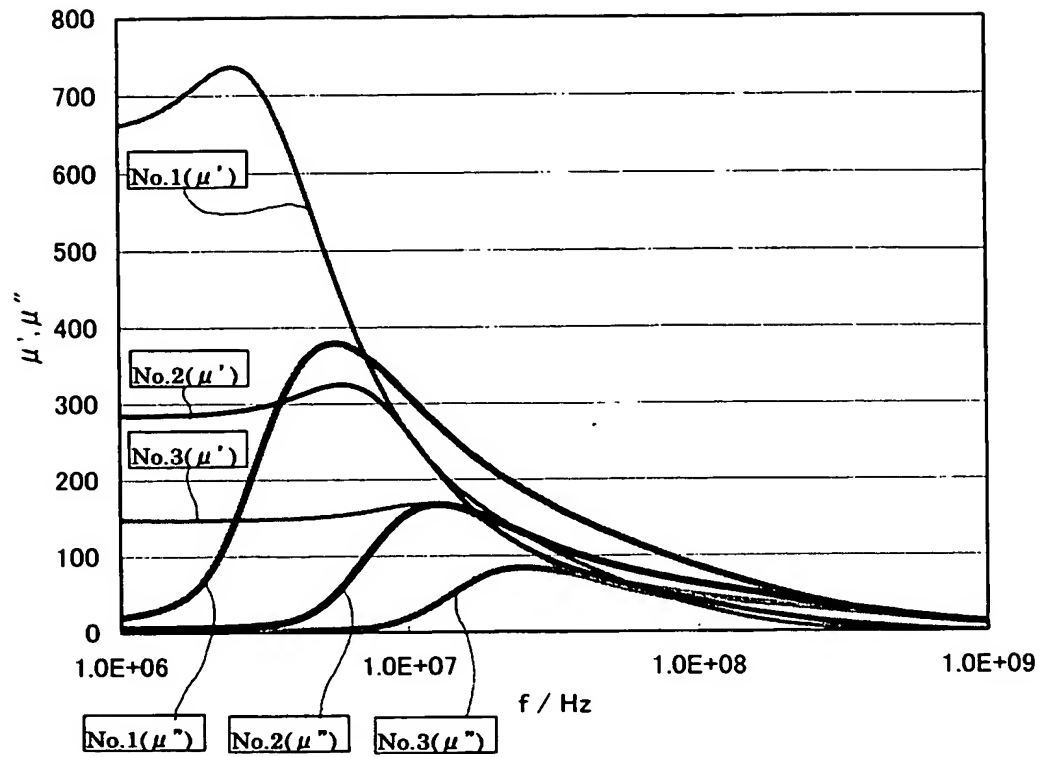
【図 2】

1

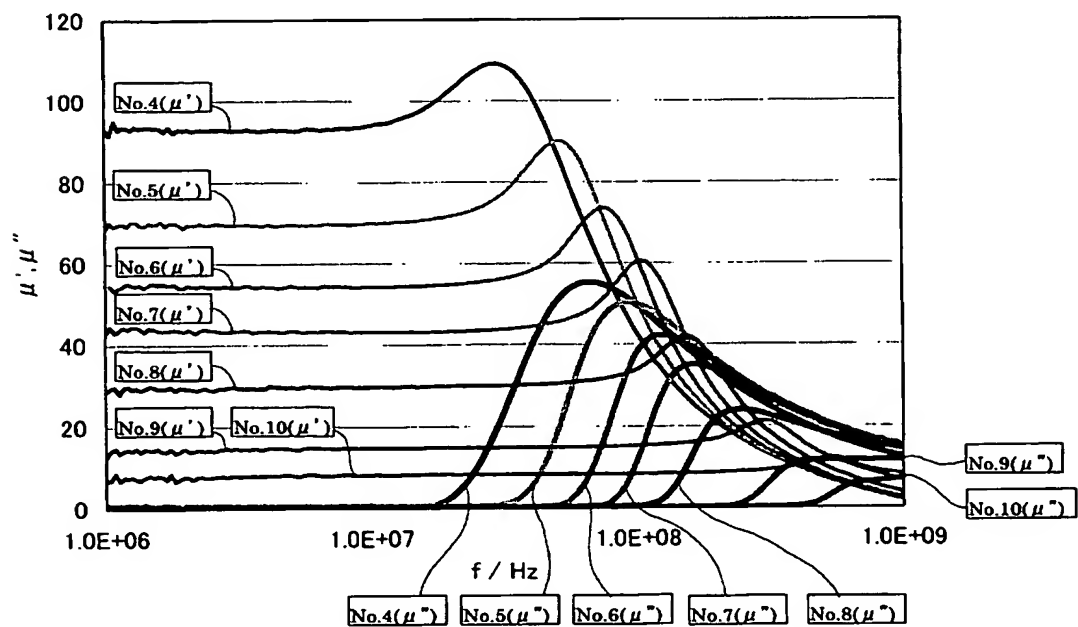




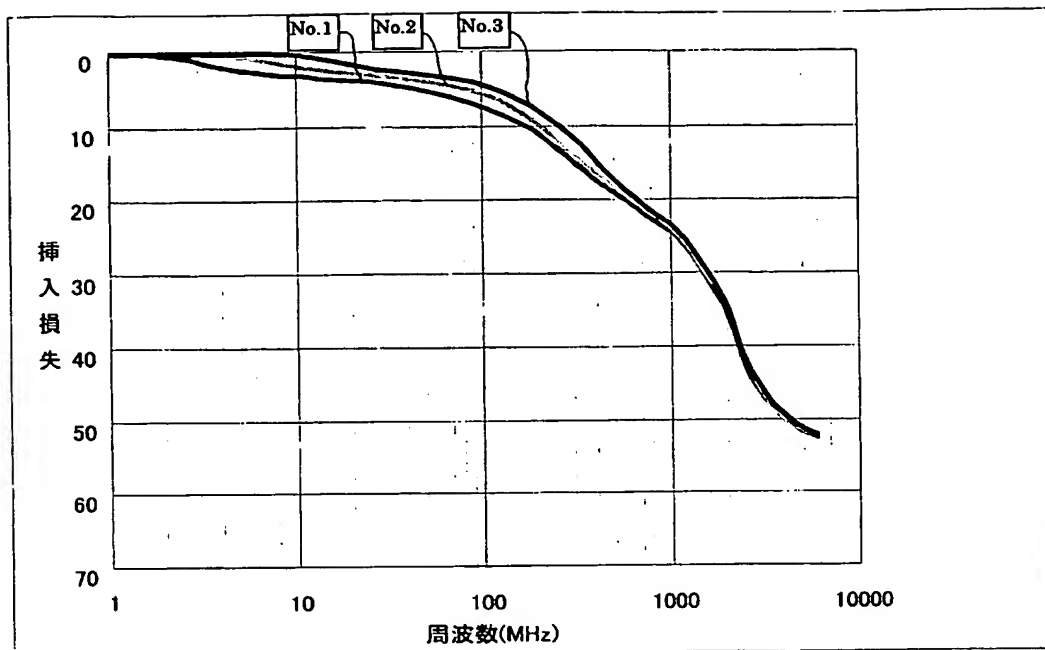
【図 3】



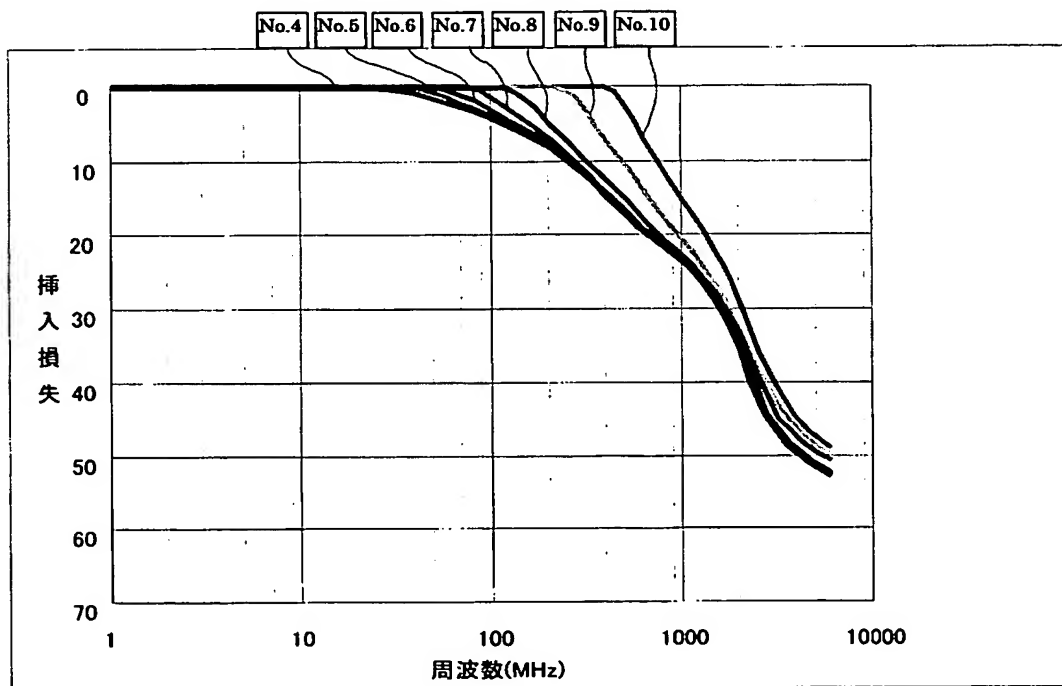
【図 4】



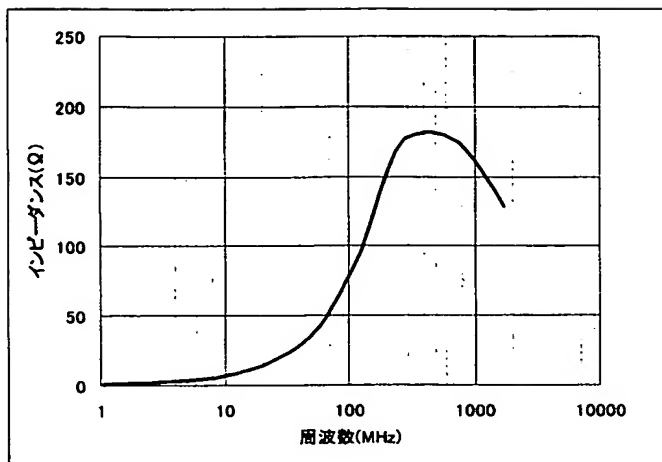
【図 5】



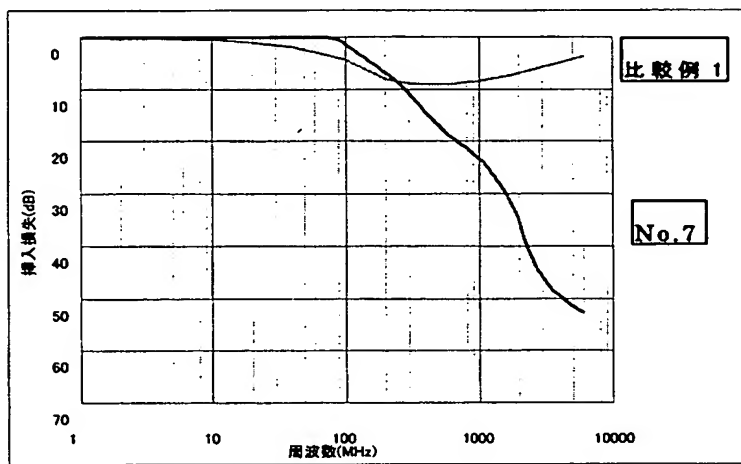
【図 6】



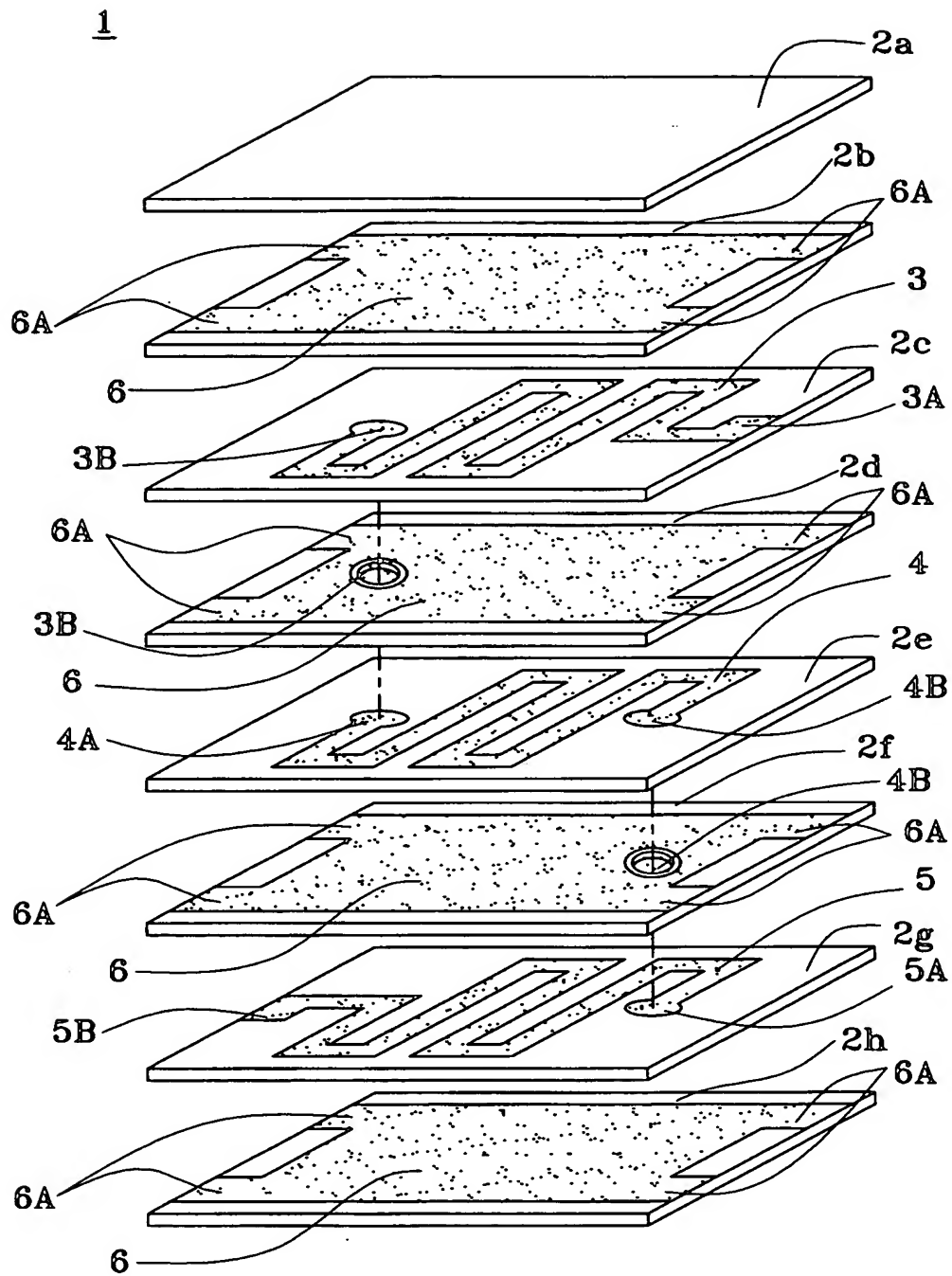
【図 7】



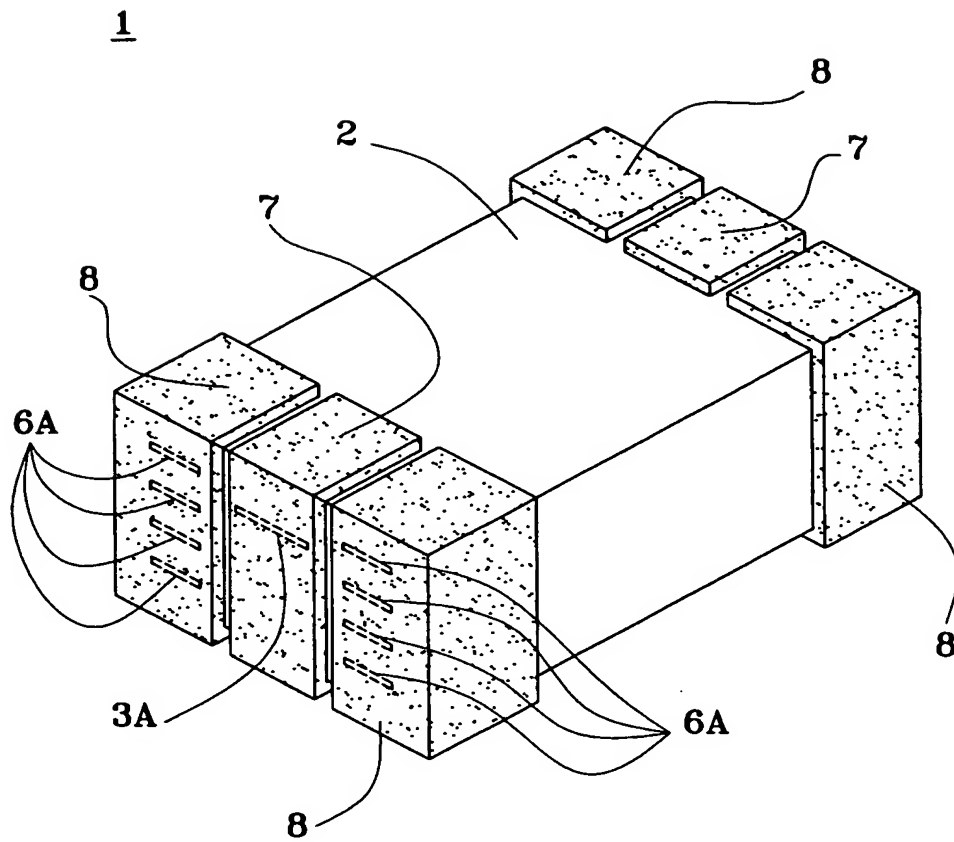
【図 8】



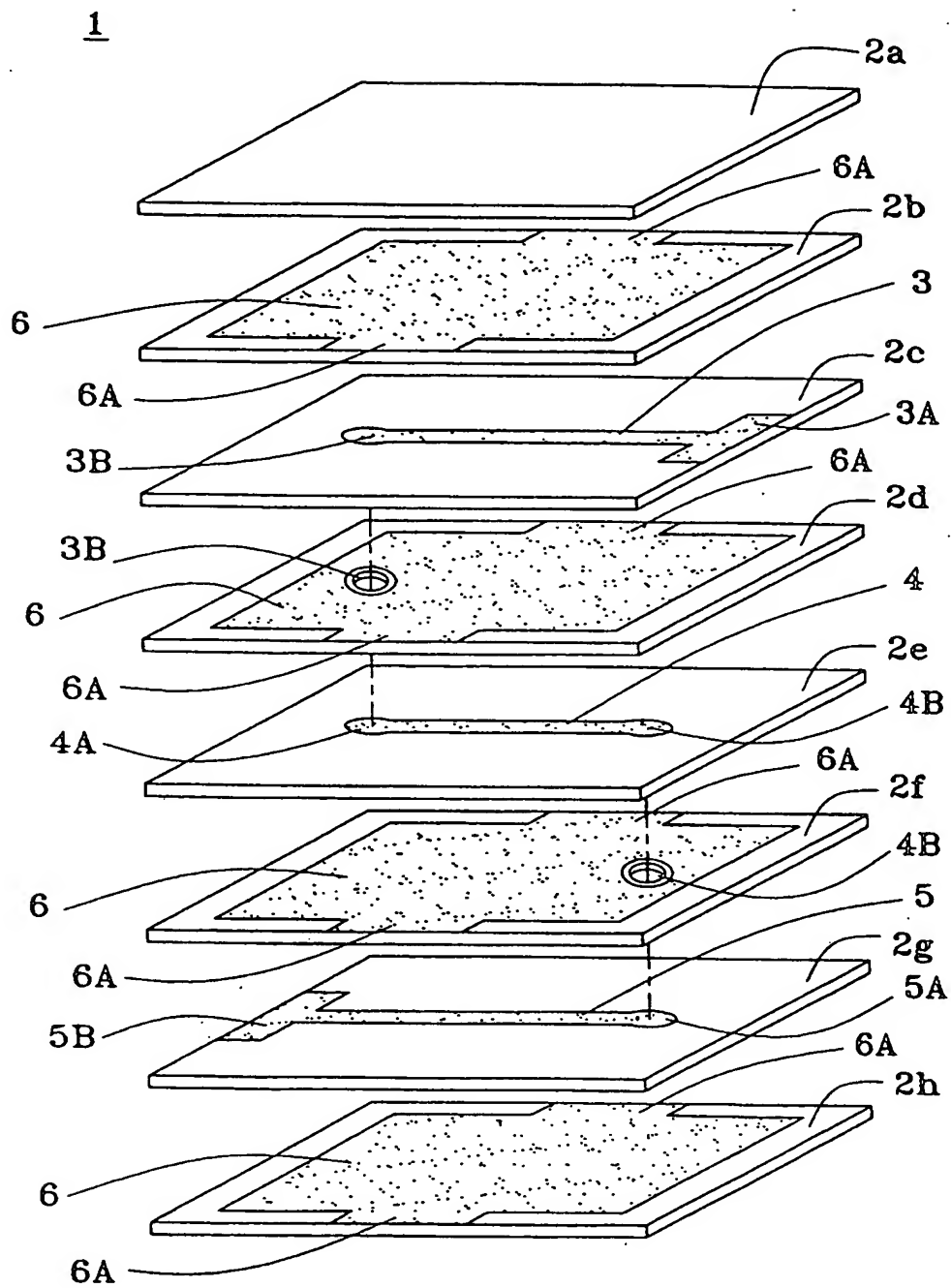
【図 9】



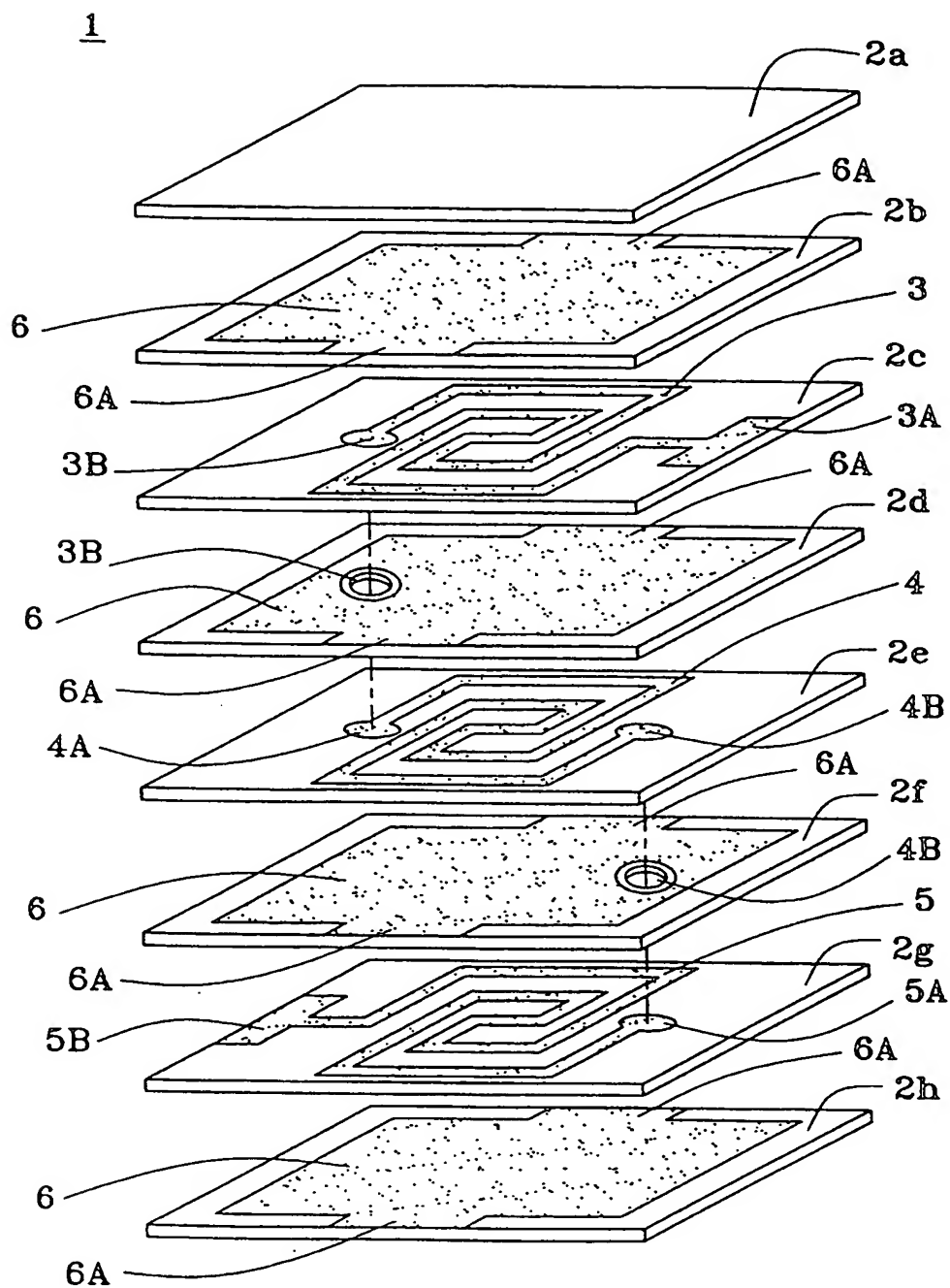
【図 10】



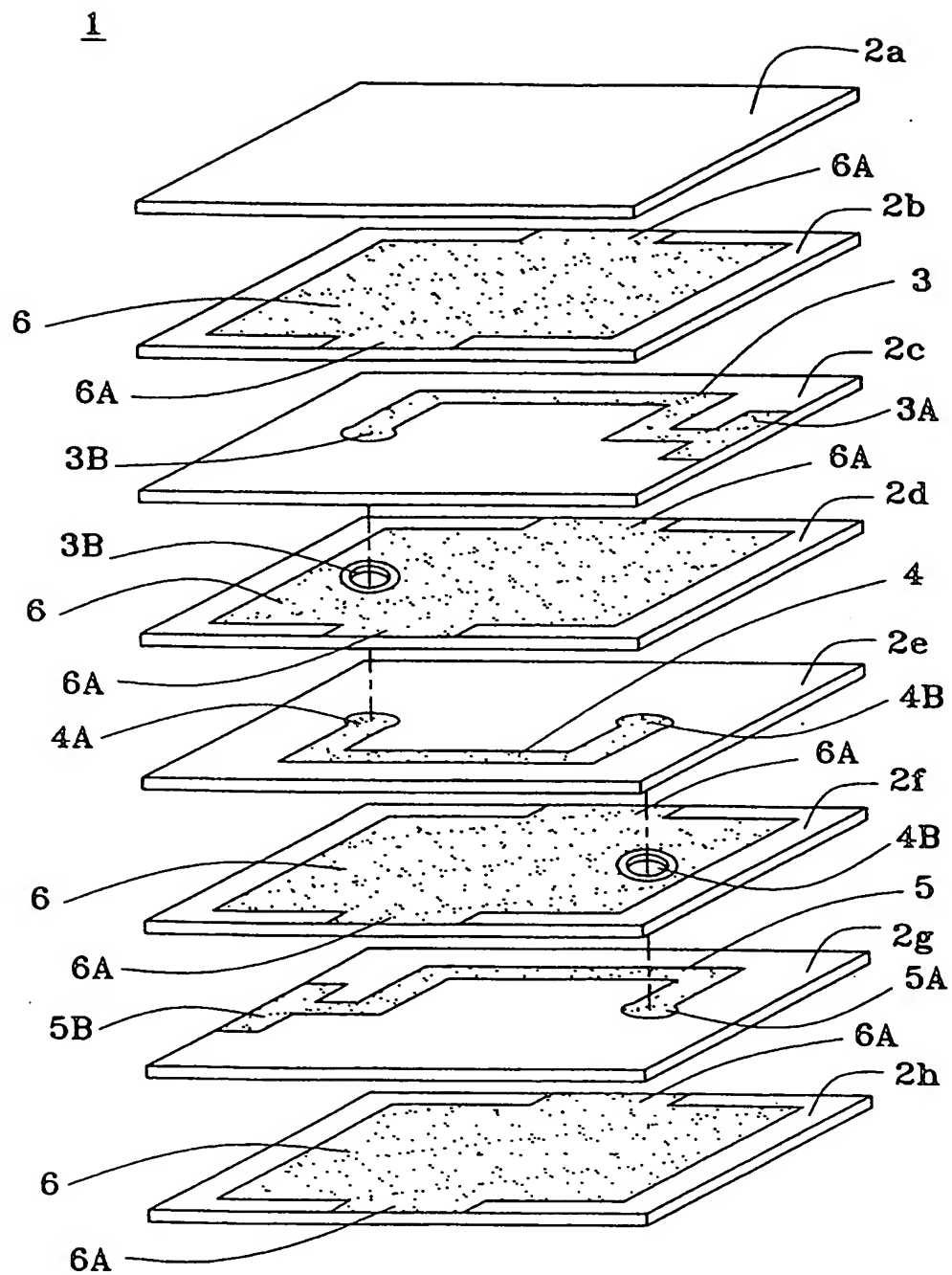
【図 11】



【図 12】

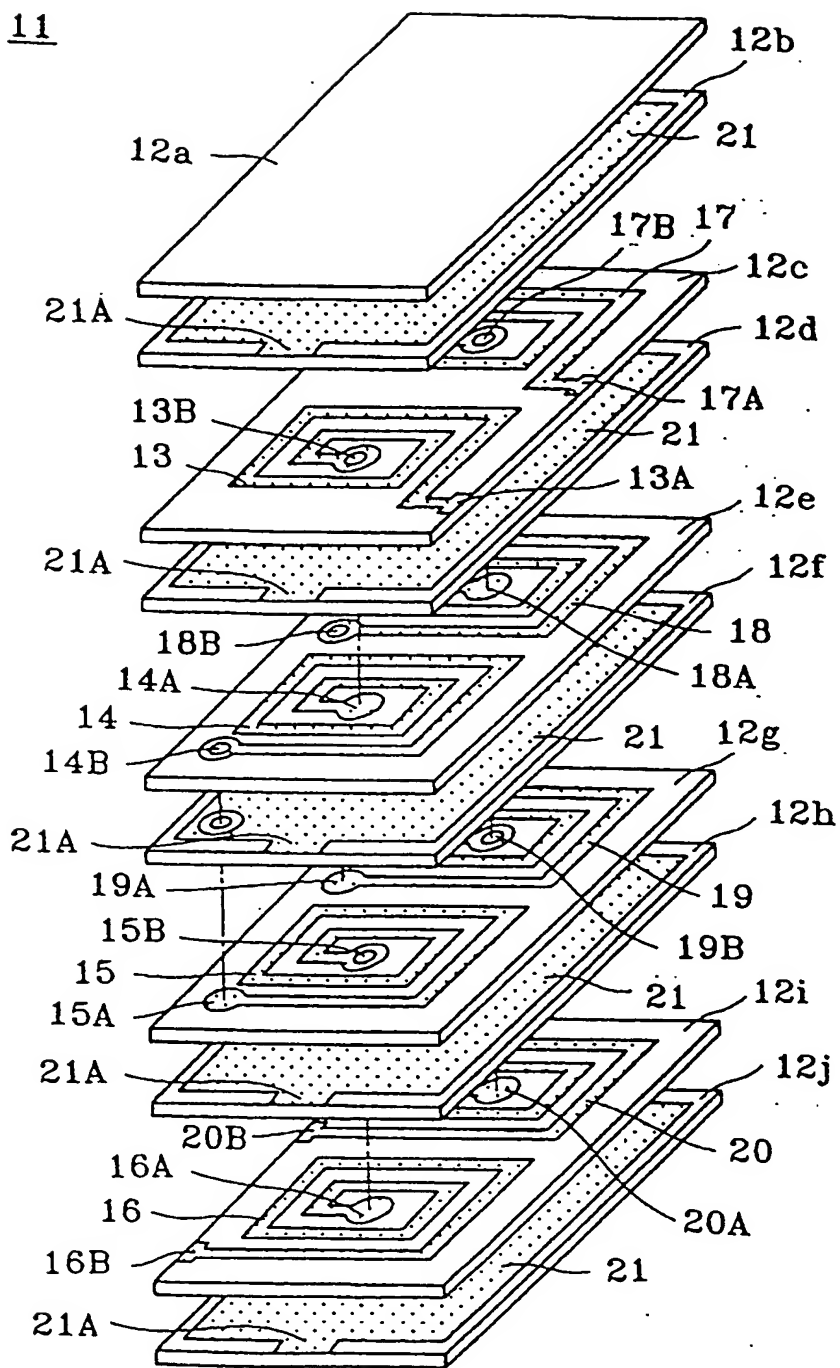


【図 13】



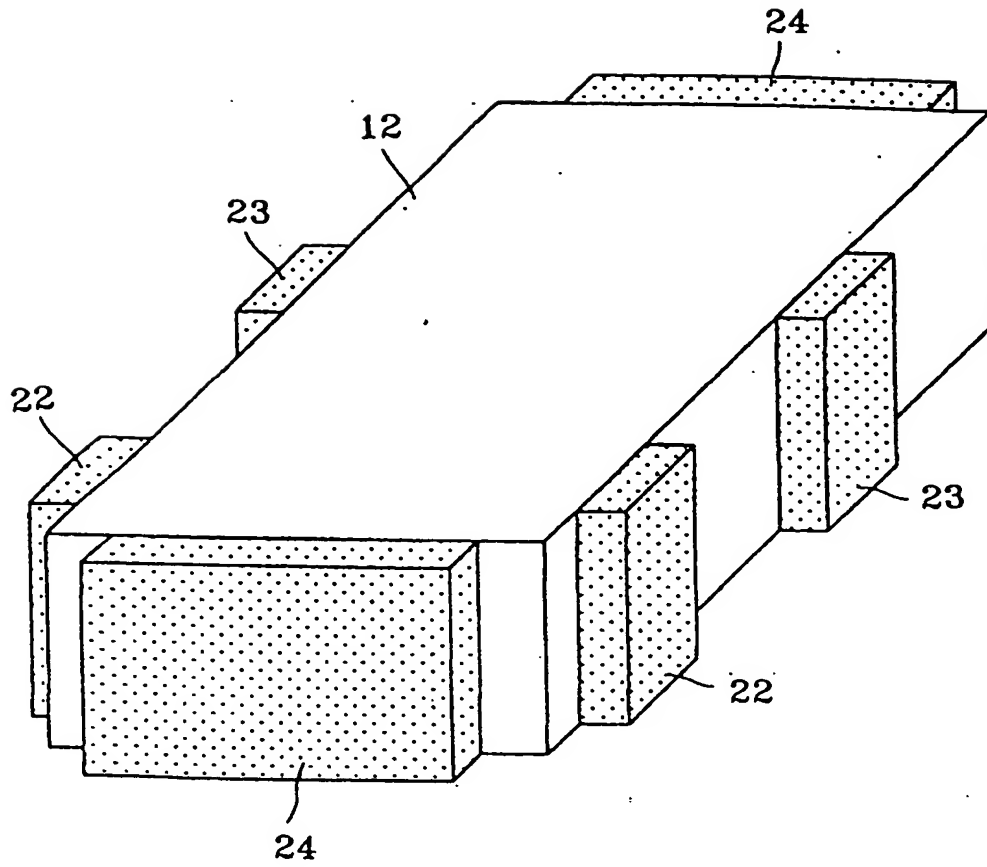


【図 14】



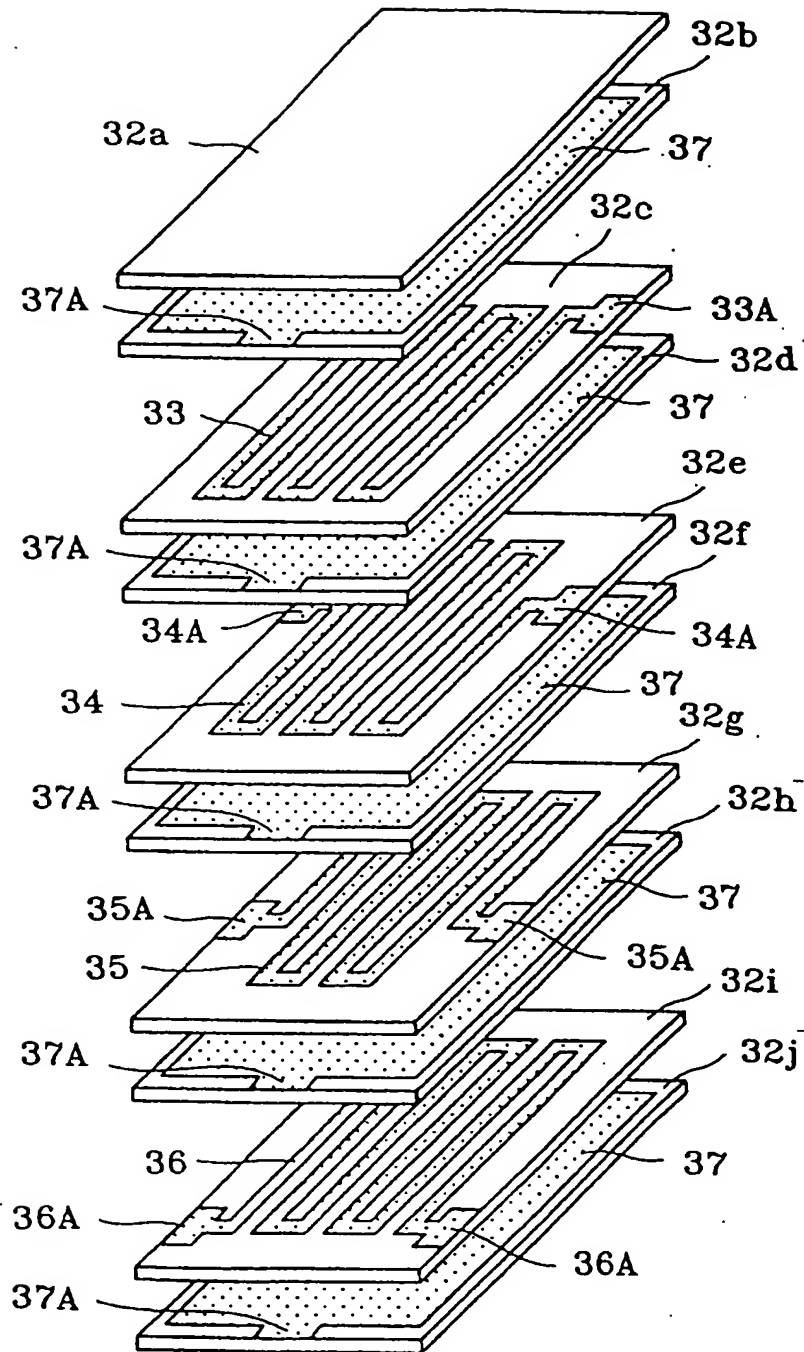
【図 15】

11

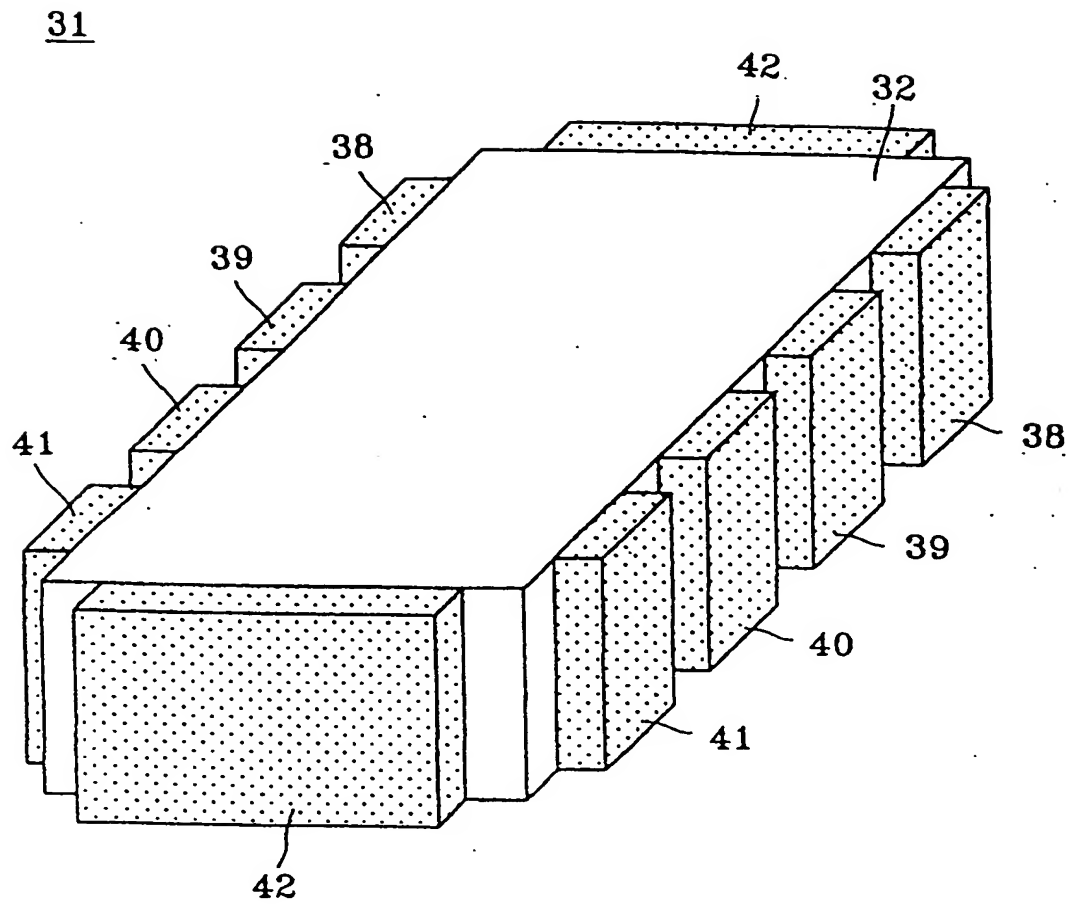


【図 16】

31

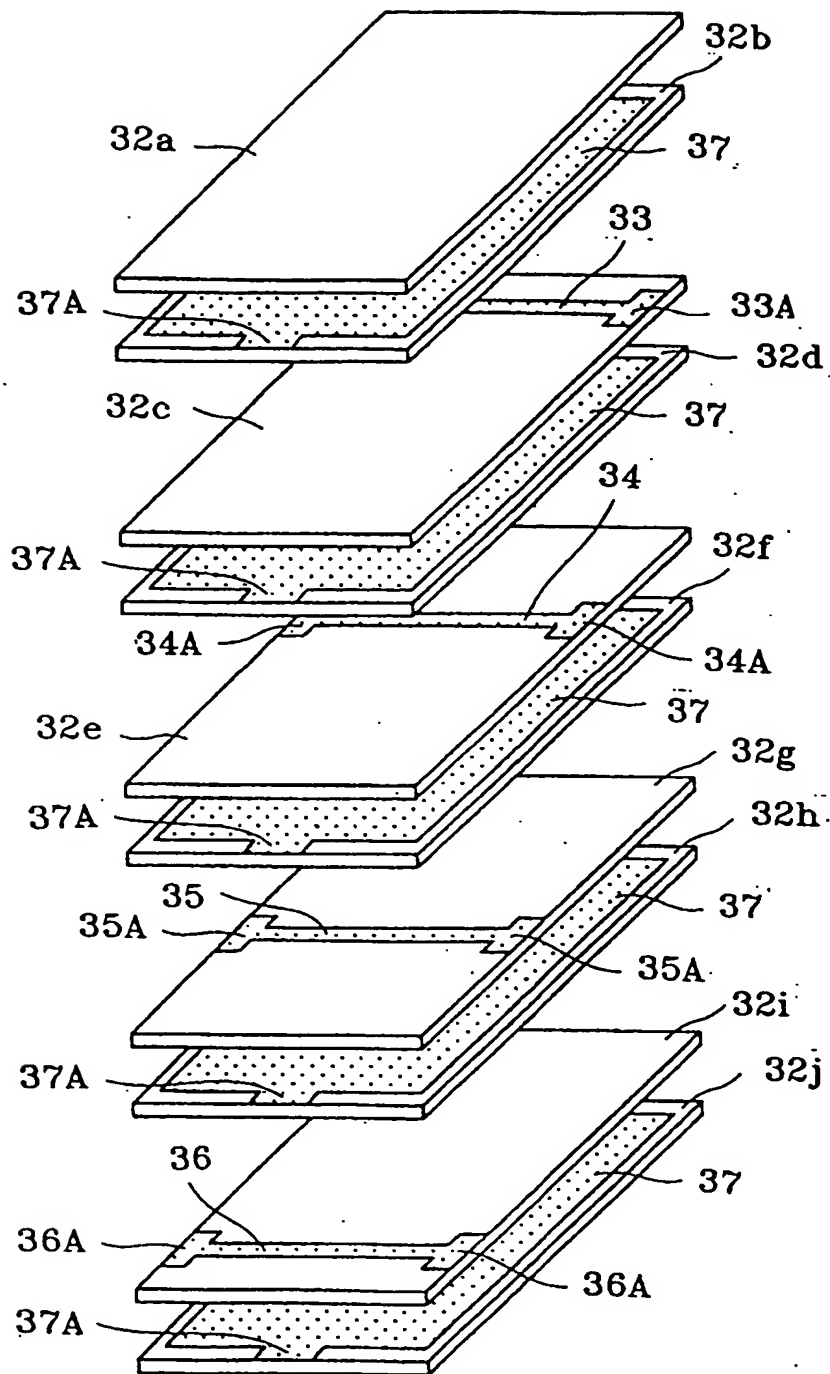


【図 17】

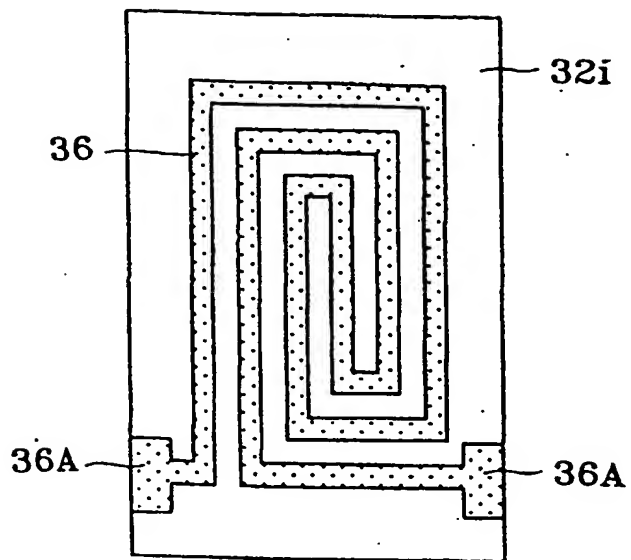


【図 18】

31

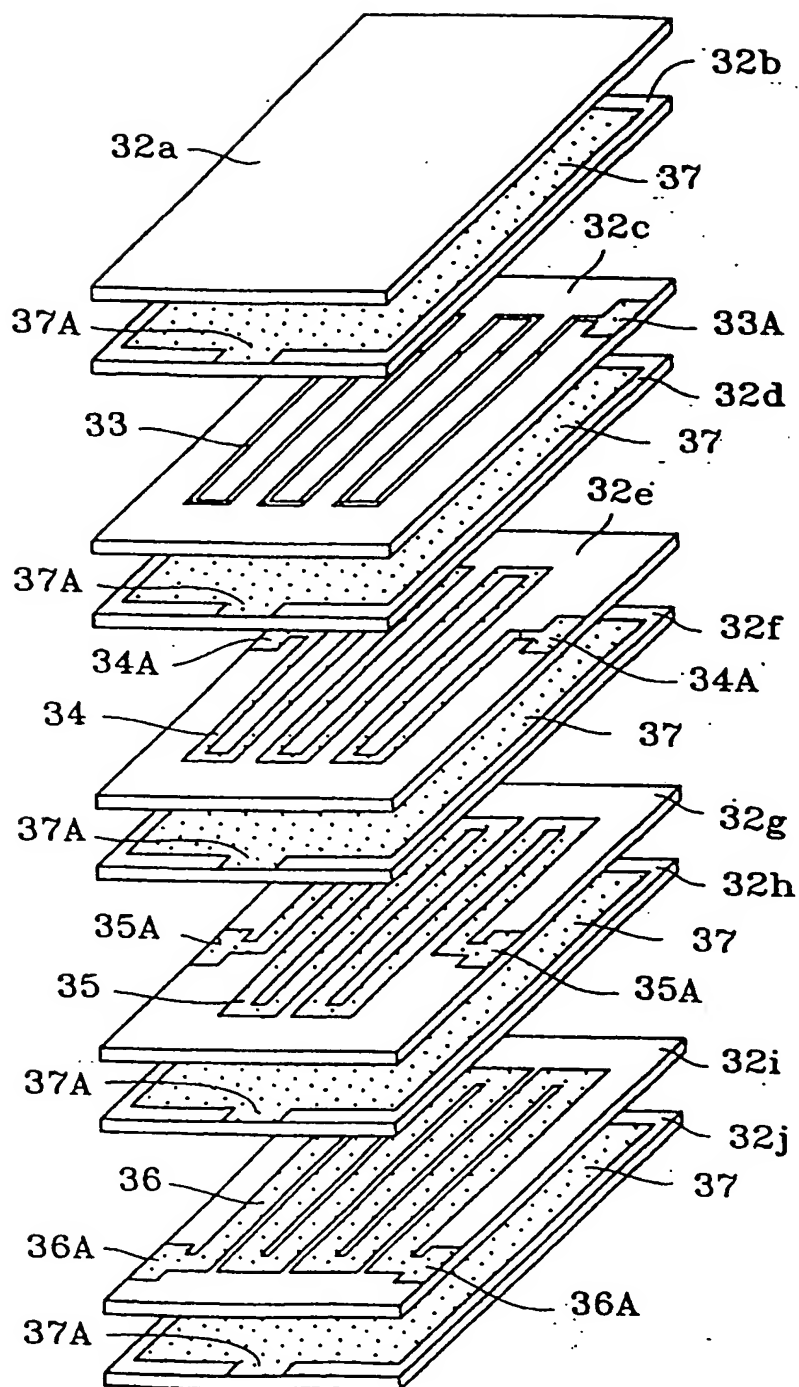


【図 19】

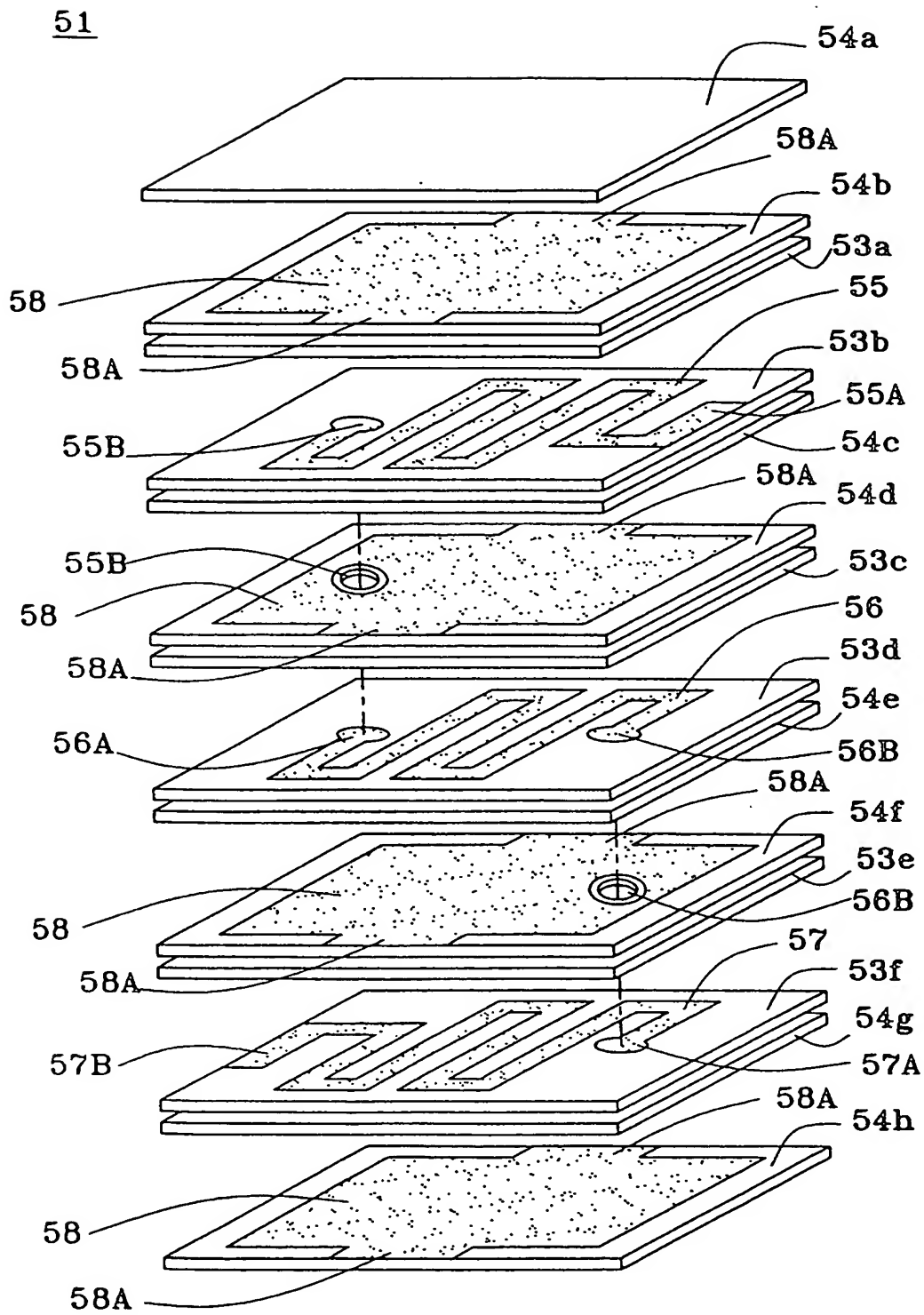


【図 20】

31

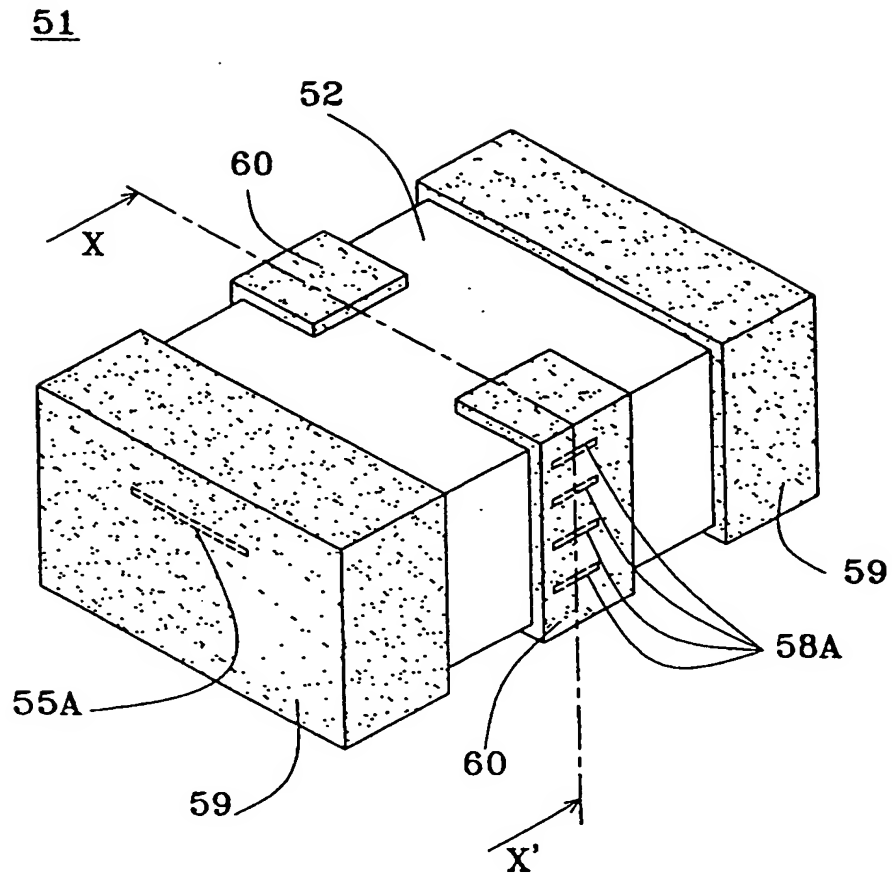


【図 21】



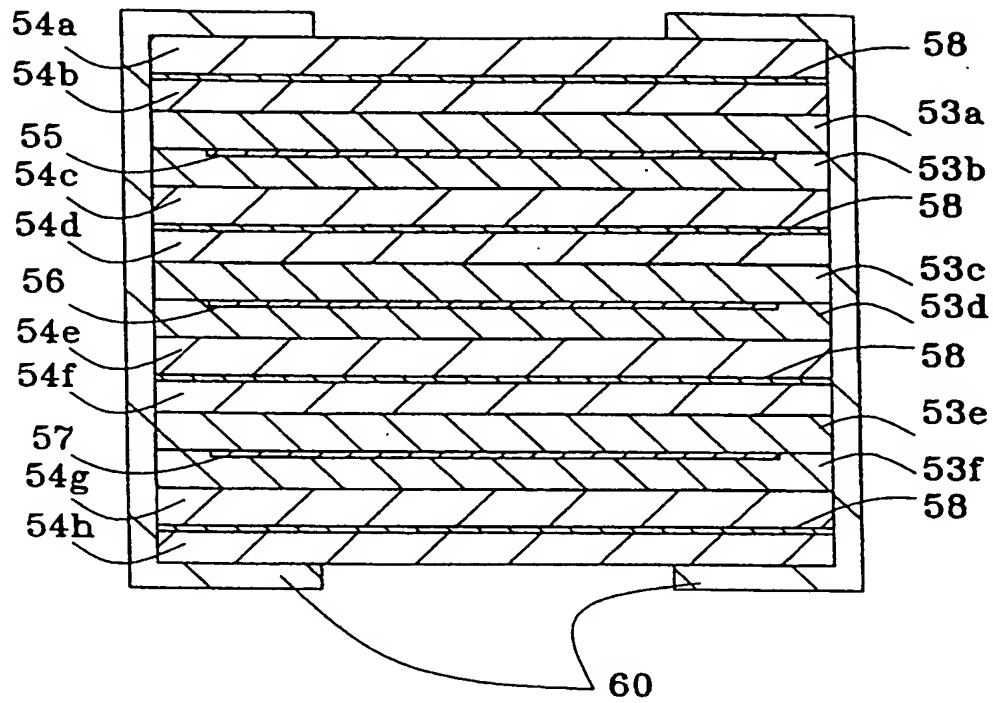


【図 22】

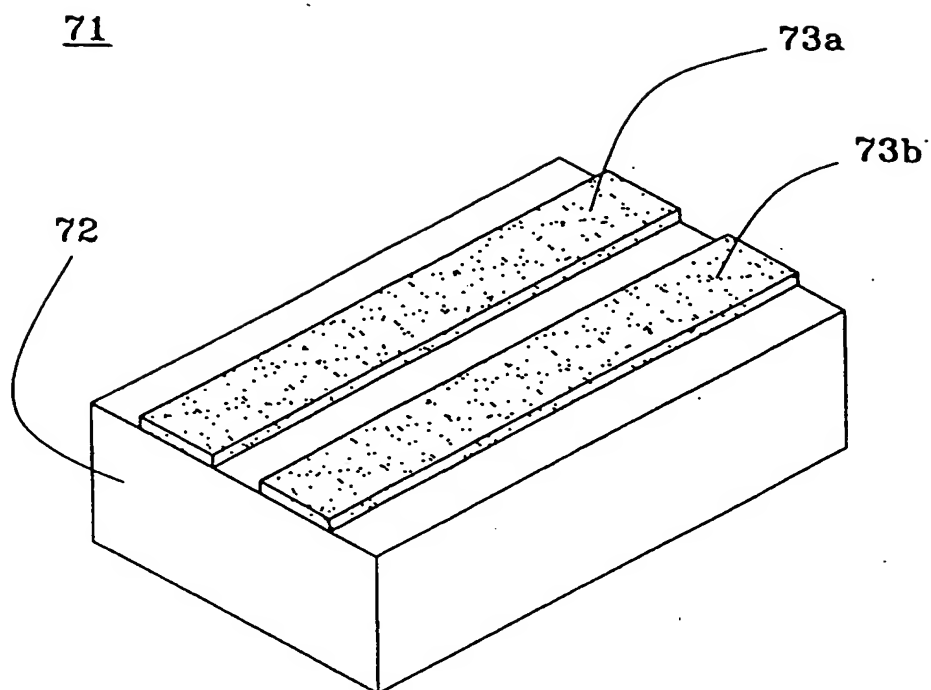


【図 23】

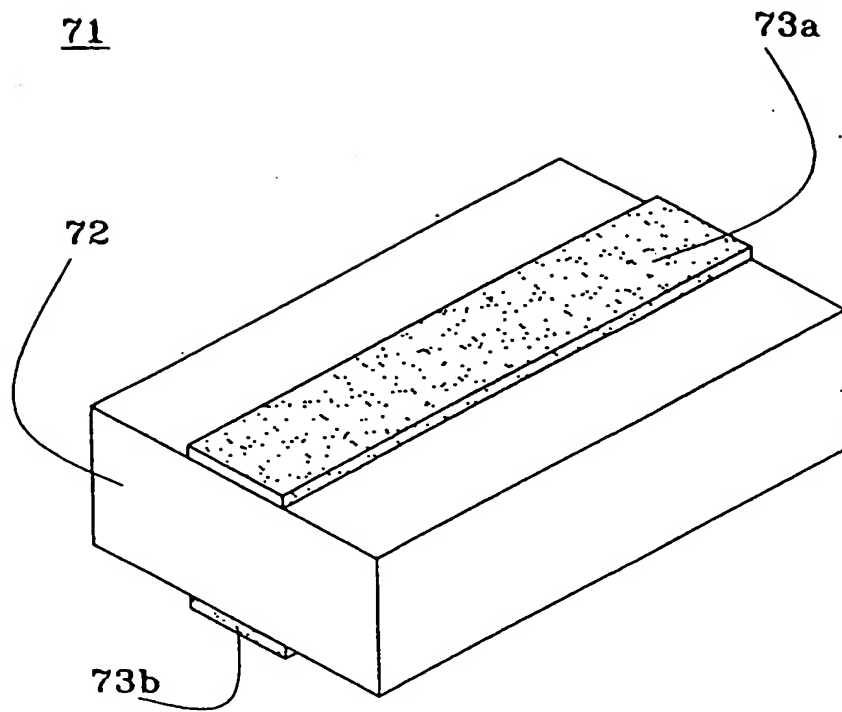
51



【図 24】

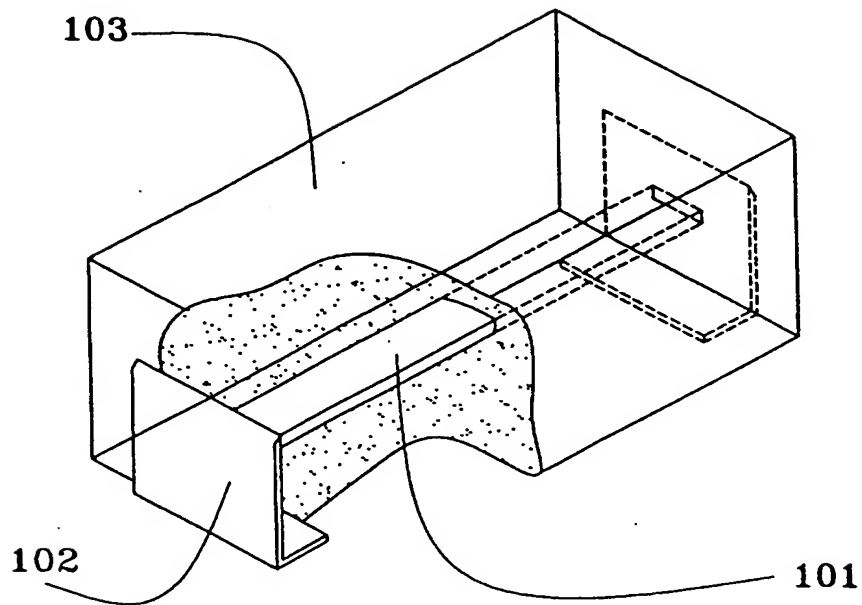


【図 25】



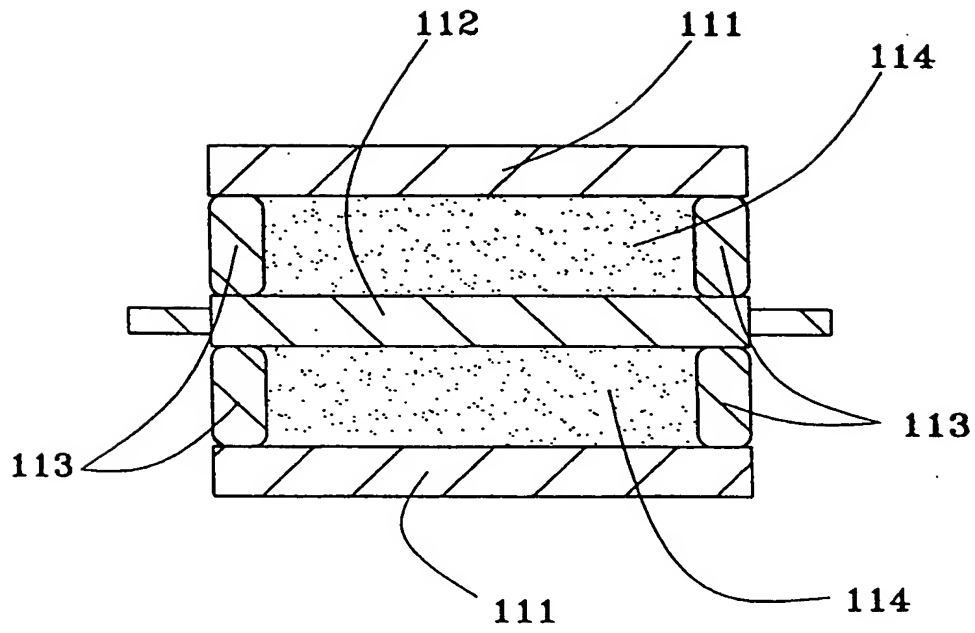
【図 26】

100

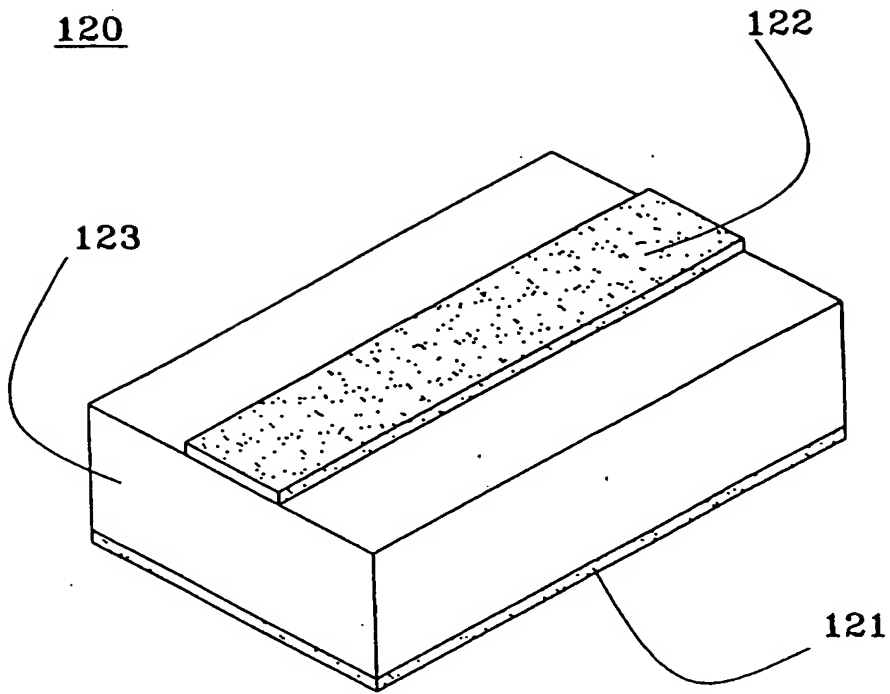


【図 27】

110



【図 28】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 良好な低域通過特性を得ることができるとともに、急峻に立ち上がる挿入損失特性を有し、一定の周波数以上で大きな減衰を得ることができるノイズフィルタを提供する。

【解決手段】 酸化物磁性材料からなる磁性体層 2 a ～ 2 h と、磁性体層 2 a ～ 2 h の間に交互に配設された線路導体 3 ～ 5 と接地導体 6 とからなり、接地導体 6 を接地した状態で線路導体 3 ～ 5 に電気信号を通過させることにより、高周波数のノイズを磁性体層 2 a ～ 2 h の磁性損失 ( $\mu''$ ) を用いて減衰させる。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 3 - 0 9 1 6 1 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 2 3 1 ]

1. 変更年月日  
[変更理由]

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日  
新規登録

住 所  
氏 名

京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号  
株式会社村田製作所